

JA999.060X

日 本 国 特 許 庁

PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT

JC398 U.S. PRO
09/548377
04/12/00

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されて
いる事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed
with this Office.

出 願 年 月 日

Date of Application:

1999年 6月 4日

出 願 番 号

Application Number:

平成11年特許願第158358号

出 願 人

Applicant(s):

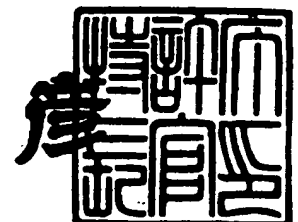
インターナショナル・ビジネス・マシーンズ・コーポレイシ
ョン

CERTIFIED COPY OF
PRIORITY DOCUMENT

1999年11月26日

特許庁長官
Commissioner,
Patent Office

近 藤 隆 彦



【書類名】 特許願

【整理番号】 JA999060X

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 H04N 7/167
H04N 5/225

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県大和市下鶴間 1 6 2 3 番地 1 4 日本アイ・ビー・エム株式会社 大和事業所内

【氏名】 利根川 聡子

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県大和市下鶴間 1 6 2 3 番地 1 4 日本アイ・ビー・エム株式会社 東京基礎研究所内

【氏名】 森本 典繁

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県大和市下鶴間 1 6 2 3 番地 1 4 日本アイ・ビー・エム株式会社 東京基礎研究所内

【氏名】 上條 浩一

【特許出願人】

【識別番号】 390009531

【住所又は居所】 アメリカ合衆国 1 0 5 0 4、ニューヨーク州アーモンク
(番地なし)

【氏名又は名称】 インターナショナル・ビジネス・マシーンズ・コーポレーション

【代理人】

【識別番号】 100086243

【弁理士】

【氏名又は名称】 坂口 博

【連絡先】 0 4 6 2 - 7 3 - 3 3 1 8、3 3 2 5、3 4 5 5

【選任した代理人】

【識別番号】 100091568

【弁理士】

【氏名又は名称】 市位 嘉宏

【先の出願に基づく優先権主張】

【出願番号】 平成11年特許願第107055号

【出願日】 平成11年 4月14日

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 024154

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9304391

【包括委任状番号】 9304392

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 改変判定装置およびその方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

所定の埋め込みデータを埋め込む対象となるコンテンツデータに前記埋め込みデータを付加するデータ付加装置と、前記所定の埋め込みデータが埋め込まれたコンテンツデータに対して改変が加えられたか否かを判定する判定装置とを有するコンテンツ改変判定装置であって、

前記データ付加装置は、

前記コンテンツデータの少なくとも一部を複数の第 1 のブロックに分割するコンテンツデータ分割手段と、

分割の結果として得られた前記複数の第 1 のブロックそれぞれに、所定の第 1 の埋め込みデータそれぞれを付加し、複数の第 2 のブロックとする埋め込みデータ付加手段と

を有し

前記判定装置は、

前記第 2 のブロックの少なくとも一部それぞれに付加された前記埋め込みデータ（第 2 の埋め込みデータ）を抽出する埋め込みデータ抽出手段と、

抽出された前記第 2 の埋め込みデータに基づいて、前記第 2 のブロックの少なくとも一部それぞれに改変が加えられたか否かを判定する改変判定手段と

を有する

改変判定装置。

【請求項 2】

画像データに所定の埋め込みデータを付加するデータ付加装置と、前記所定の埋め込みデータが埋め込まれた画像データに対して改変が加えられたか否かを判定する判定装置とを有する改変判定装置であって、

前記データ付加装置は、

画像データを複数の第 1 の画像ブロックに分割する画像分割手段と、

分割の結果として得られた前記複数の第 1 の画像ブロックそれぞれに、所定の

第 1 の埋め込みデータそれぞれを付加し、複数の第 2 の画像ブロックとする埋め込みデータ付加手段と

を有し、

前記判定装置は、

前記第 2 の画像ブロックそれぞれに付加された埋め込みデータ（第 2 の埋め込みデータ）を抽出する埋め込みデータ抽出手段と、

抽出された前記第 2 の埋め込みデータに基づいて、前記第 2 の画像ブロックそれぞれに改変が加えられたか否かを判定する改変判定手段と

を有する

改変判定装置。

【請求項 3】

前記画像分割手段は、前記画像データを、それぞれ複数の単位データを含む前記複数の第 1 の画像ブロックに分割し、

前記埋め込みデータ付加手段は、互いに対応する 2 つ以上の前記第 1 の画像ブロックそれぞれに含まれ、互いに対応する複数の前記単位データの値の関係が、所定の規則に従って前記第 1 の埋め込みデータを表すように調整して、前記複数の第 1 の画像ブロックそれぞれに前記第 1 の埋め込みデータを付加することにより、前記第 2 の画像ブロックとする

請求項 2 に記載の改変判定装置。

【請求項 4】

前記埋め込みデータ付加手段は、いずれかの前記第 2 の画像ブロックに対して改変が加えられた場合に、改変が加えられた前記第 2 の画像ブロックに含まれ、互いに対応する前記複数の単位データの値が、前記所定の規則に従わなくなるように調整する

請求項 3 に記載の改変判定装置。

【請求項 5】

前記埋め込みデータ抽出手段は、前記複数の第 2 の画像ブロックそれぞれから、前記第 2 の画像ブロックそれぞれに含まれる前記複数の単位データの値の関係が、前記所定の規則に従って表すデータを、前記第 2 の埋め込みデータとして抽

出する

請求項 4 に記載の改変判定装置。

【請求項 6】

前記改変判定手段は、埋め込まれた前記第 1 の埋め込みデータと、抽出された前記第 2 の埋め込みデータとの比較結果に基づいて、前記第 2 の画像ブロックそれぞれに改変が加えられたか否かを判定する

請求項 5 に記載の改変判定装置。

【請求項 7】

前記第 1 の画像ブロックおよび前記第 2 の画像ブロックは、それぞれ前記単位データを含み、画像データを所定の処理ブロックに分割し、空間領域から周波数領域に変換処理することにより得られる複数の変換係数を 1 組以上、含む変換ブロックである

請求項 2 ～ 6 のいずれかに記載の改変判定装置。

【請求項 8】

前記第 1 の画像ブロックおよび前記第 2 の画像ブロックは、それぞれ前記単位データを含み、画像データを所定の DCT ブロックに分割し、離散的余弦変換 (DCT) 処理することにより得られる複数の DCT 係数を 1 組以上、含む DCT ブロックである

請求項 2 ～ 7 のいずれかに記載の改変判定装置。

【請求項 9】

画像データに対して改変が加えられたか否かを判定するために、画像データに所定の埋め込みデータを付加するデータ付加装置であって、前記判定は、前記画像データに含まれる複数の第 2 の画像ブロックそれぞれに付加された第 2 の埋め込みデータに基づいて、前記画像ブロックそれぞれに改変が加えられたか否かを判断することにより行われ、

前記データ付加装置は、

画像データを複数の第 1 の画像ブロックに分割する画像分割手段と、

分割の結果として得られた前記複数の第 1 の画像ブロックそれぞれに、所定の第 1 の埋め込みデータそれぞれを付加し、前記複数の第 2 の画像ブロックとする

埋め込みデータ付加手段と

を有するデータ付加装置。

【請求項 1 0】

前記画像分割手段は、前記画像データを、それぞれ複数の単位データを含む前記複数の第 1 の画像ブロックに分割し、

前記埋め込みデータ付加手段は、互いに対応する 2 つ以上の前記第 1 の画像ブロックそれぞれに含まれ、互いに対応する複数の前記単位データの値の関係が、所定の規則に従って前記第 1 の埋め込みデータを表すように調整して、前記複数の第 1 の画像ブロックそれぞれに前記第 1 の埋め込みデータを付加することにより、前記第 2 の画像ブロックとする

請求項 9 に記載のデータ付加装置。

【請求項 1 1】

前記埋め込みデータ付加手段は、いずれかの前記第 2 の画像ブロックに対して改変が加えられた場合に、改変が加えられた前記第 2 の画像ブロックそれぞれに含まれ、互いに対応する前記複数の単位データの値が、前記所定の規則に従わなくなるように調整する

請求項 1 0 に記載のデータ付加装置。

【請求項 1 2】

画像データを複数の第 1 の画像ブロックに分割し、分割の結果として得られた前記第 1 の画像ブロックそれぞれに、所定の第 1 の埋め込みデータそれぞれを付加することにより作られた複数の第 2 の画像ブロックそれぞれに改変が加えられたか否かを判定する判定装置であって、

前記第 2 の画像ブロックそれぞれに付加された埋め込みデータ（第 2 の埋め込みデータ）を抽出する埋め込みデータ抽出手段と、

抽出された前記第 2 の埋め込みデータに基づいて、前記第 2 の画像ブロックそれぞれに改変が加えられたか否かを判定する改変判定手段と

を有する判定装置。

【請求項 1 3】

前記画像データは、それぞれ複数の単位データを含む前記複数の第 1 の画像ブ

ロックに分割され、前記第2の画像ブロックは、互いに対応する2つ以上の前記第1の画像ブロックそれぞれに含まれ、互いに対応する複数の前記単位データの値の関係が、所定の規則に従って前記第1の埋め込みデータを表すように調整され、

前記埋め込みデータ抽出手段は、前記複数の第2の画像ブロックから、対応する前記2つ以上の第2の画像ブロックそれぞれに含まれ、互いに対応する複数の前記単位データの値の関係が、前記所定の規則に従って表すデータを、前記第2の埋め込みデータとして抽出する

請求項12に記載の判定装置。

【請求項14】

いずれかの前記第2の画像ブロックに対して改変が加えられた場合には、改変が加えられた前記第2の画像ブロックそれぞれに含まれ、互いに対応する前記複数の単位データの値は、前記所定の規則に従わなくなるように調整され、

前記改変判定手段は、埋め込まれた前記第1の埋め込みデータと、抽出された前記第2の埋め込みデータとの比較結果に基づいて、前記第2の画像ブロックそれぞれに改変が加えられたか否かを判定する

請求項13に記載の判定装置。

【請求項15】

改変が加えられたと判定された前記第2の画像ブロックの位置が、この画像内において占める位置を表示する改変位置表示手段

をさらに有する請求項12～14のいずれかに記載の判定装置。

【請求項16】

所定の埋め込みデータを埋め込む対象となるコンテンツデータに前記埋め込みデータを付加し、前記所定の埋め込みデータが埋め込まれたコンテンツデータに対して改変が加えられたか否かを判定するコンテンツ改変判定方法であって、

前記コンテンツデータを複数の第1のブロックに分割し、

分割の結果として得られた前記複数の第1のブロックそれぞれに、所定の第1の埋め込みデータそれぞれを付加し、複数の第2のブロックとし、

前記第2のブロックそれぞれに付加された前記埋め込みデータ（第2の埋め込

みデータ)を抽出し、

抽出された前記第 2 の埋め込みデータに基づいて、前記第 2 のブロックそれぞれに改変が加えられたか否かを判定する

改変判定方法。

【請求項 1 7】

画像データに所定の埋め込みデータを付加するデータ付加装置と、前記所定の埋め込みデータが埋め込まれた画像データに対して改変が加えられたか否かを判定する判定装置とを有する改変判定装置において、

画像データを複数の第 1 の画像ブロックに分割する画像分割ステップと、

分割の結果として得られた前記複数の第 1 の画像ブロックそれぞれに、所定の第 1 の埋め込みデータそれぞれを付加し、複数の第 2 の画像ブロックとする埋め込みデータ付加ステップと、

前記第 2 の画像ブロックそれぞれに付加された埋め込みデータ (第 2 の埋め込みデータ) を抽出する埋め込みデータ抽出ステップと、

抽出された前記第 2 の埋め込みデータに基づいて、前記第 2 の画像ブロックそれぞれに改変が加えられたか否かを判定する改変判定ステップと

をコンピュータに実行させるプログラムを媒介する媒体。

【請求項 1 8】

画像データに対して改変が加えられたか否かを判定するために、画像データに所定の埋め込みデータを付加するデータ付加装置において、前記判定は、前記画像データに含まれる複数の第 2 の画像ブロックそれぞれに付加された第 2 の埋め込みデータに基づいて、前記画像ブロックそれぞれに改変が加えられたか否かを判断することにより行われ、

画像データを複数の第 1 の画像ブロックに分割する画像分割ステップと、

分割の結果として得られた前記複数の第 1 の画像ブロックそれぞれに、所定の第 1 の埋め込みデータそれぞれを付加し、前記複数の第 2 の画像ブロックとする埋め込みデータ付加ステップと

をコンピュータに実行させるプログラムを媒介する媒体。

【請求項 1 9】

画像データを複数の第 1 の画像ブロックに分割し、分割の結果として得られた前記第 1 の画像ブロックそれぞれに、所定の第 1 の埋め込みデータそれぞれを付加することにより作られた複数の第 2 の画像ブロックそれぞれに改変が加えられたか否かを判定する判定装置において、

前記第 2 の画像ブロックそれぞれに付加された埋め込みデータ（第 2 の埋め込みデータ）を抽出する埋め込みデータ抽出ステップと、

抽出された前記第 2 の埋め込みデータに基づいて、前記第 2 の画像ブロックそれぞれに改変が加えられたか否かを判定する改変判定ステップと

をコンピュータに実行させるプログラムを媒介する媒体。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】

本発明は、著作権情報などの認証情報を、画像データ等のコンテンツデータに感知できないように認証データを埋め込み、埋め込んだ認証データを用いてコンテンツのいずれの部分に改変が加えられたかを判定する改変判定装置およびその方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

例えば、国際公開WO97/49235号公報（文献1）は、ピクセル・ブロック・コーディング（Pixel Block Coding；PBC）により、画像データ等のコンテンツデータに著作権情報など（以下、一般的に認証情報とも記す）を、視覚的に感知できないように埋め込む方式（以下、このようにコンテンツデータに感知できないように認証方法を埋め込む方式を「エレクトロニックウォーターマーキング方式」とも記す）を開示する。

【0003】

また、国際公開WO98/116928号公報（文献2）は、文献1等を開示されたエレクトロニックウォーターマーキング方式を応用して、画像データの改変を禁止し、著作物を有効に保護する方法を開示する。

また、特開平10-164549号公報（文献3）は、文献1等を開示された

エレクトロニックウォーターマーキング方式を改良し、画像データに認証情報を一体不可分に埋め込むことにより、画像データの改変を検出する方法を開示する。

【0004】

また、これらの文献の他、特開平09-151747号公報、特開平10-83310号公報、特開平10-106149号公報、特開平10-161933号公報、特開平10-164349号公報、特開平10-285562号公報、特開平10-334272号公報、特開平10-240626号公報、特開平10-240129号公報（文献4～12）等も、エレクトロニックウォーターマーキング方式に関する発明を開示する。

【0005】

これらの文献に開示された方式は、ハッシュ関数等を用いて認証情報を埋め込み、画像データに改変が加えられているか否かを判断する。ハッシュ関数を用いて認証情報を埋め込まれた画像データの一部に対して改変を行うと、この改変の影響は画像データ全体に及ぶ。従って、この方式は、画像データのいずこかに改変が加えられていることを検出することができても、具体的に、画像データのいずれの部分に改変が加えられているかを判定して示すことはできない。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】

本発明は、上述した従来技術の問題点に鑑みてなされたものであり、単にコンテンツデータに対して改変が加えられているか否かを判定することができるだけでなく、さらに、コンテンツデータのいずれの部分に改変が加えられているかまでを判定することができるようにした改変判定装置およびその方法を提供することを目的とする。

【0007】

【課題を達成するための手段】

〔改変判定装置〕

本発明にかかるコンテンツ改変判定装置は、所定の埋め込みデータを埋め込む対象となるコンテンツデータに前記埋め込みデータを付加するデータ付加装置と

、前記所定の埋め込みデータが埋め込まれたコンテンツデータに対して改変が加えられたか否かを判定する判定装置とを有するコンテンツ改変判定装置であって、前記データ付加装置は、前記コンテンツデータの少なくとも一部を複数の第 1 のブロックに分割するコンテンツデータ分割手段と、分割の結果として得られた前記複数の第 1 のブロックそれぞれに、所定の第 1 の埋め込みデータそれぞれを付加し、複数の第 2 のブロックとする埋め込みデータ付加手段とを有し、前記判定装置は、前記第 2 のブロックの少なくとも一部それぞれに付加された前記埋め込みデータ（第 2 の埋め込みデータ）を抽出する埋め込みデータ抽出手段と、抽出された前記第 2 の埋め込みデータに基づいて、前記第 2 のブロックの少なくとも一部それぞれに改変が加えられたか否かを判定する改変判定手段とを有する。

【 0 0 0 8 】

好適には、画像データに所定の埋め込みデータを付加するデータ付加装置と、前記所定の埋め込みデータが埋め込まれた画像データに対して改変が加えられたか否かを判定する判定装置とを有する改変判定装置であって、前記データ付加装置は、画像データを複数の第 1 の画像ブロックに分割する画像分割手段と、分割の結果として得られた前記複数の第 1 の画像ブロックそれぞれに、所定の第 1 の埋め込みデータそれぞれを付加し、複数の第 2 の画像ブロックとする埋め込みデータ付加手段とを有し、前記判定装置は、前記第 2 の画像ブロックそれぞれに付加された埋め込みデータ（第 2 の埋め込みデータ）を抽出する埋め込みデータ抽出手段と、抽出された前記第 2 の埋め込みデータに基づいて、前記第 2 の画像ブロックそれぞれに改変が加えられたか否かを判定する改変判定手段とを有する。

【 0 0 0 9 】

好適には、前記画像分割手段は、前記画像データを、それぞれ複数の単位データを含む前記複数の第 1 の画像ブロックに分割し、前記埋め込みデータ付加手段は、互いに対応する 2 つ以上の前記第 1 の画像ブロックそれぞれに含まれ、互いに対応する複数の前記単位データの値の関係が、所定の規則に従って前記第 1 の埋め込みデータを表すように調整して、前記複数の第 1 の画像ブロックそれぞれに前記第 1 の埋め込みデータを付加することにより、前記第 2 の画像ブロックとする。

【0010】

好適には、前記埋め込みデータ付加手段は、いずれかの前記第2の画像ブロックに対して改変が加えられた場合に、改変が加えられた前記第2の画像ブロックに含まれ、互いに対応する前記複数の単位データの値が、前記所定の規則に従わなくなるように調整する。

【0011】

好適には、前記埋め込みデータ抽出手段は、前記複数の第2の画像ブロックそれぞれから、前記第2の画像ブロックそれぞれに含まれる前記複数の単位データの値の関係が、前記所定の規則に従って表すデータを、前記第2の埋め込みデータとして抽出する。

【0012】

好適には、前記改変判定手段は、埋め込まれた前記第1の埋め込みデータと、抽出された前記第2の埋め込みデータとの比較結果に基づいて、前記第2の画像ブロックそれぞれに改変が加えられたか否かを判定する。

【0013】

好適には、前記第1の画像ブロックおよび前記第2の画像ブロックは、それぞれ前記単位データを含み、画像データを所定の処理ブロックに分割し、空間領域から周波数領域に変換処理することにより得られる複数の変換係数を1組以上、含む変換ブロックである。

【0014】

好適には、前記第1の画像ブロックおよび前記第2の画像ブロックは、それぞれ前記単位データを含み、画像データを所定のDCTブロックに分割し、離散的余弦変換(DCT)処理することにより得られる複数のDCT係数を1組以上、含むDCTブロックである。

【0015】

〔改変判定装置の作用〕

本発明にかかる改変判定装置は、まず、処理の対象となるコンテンツデータを複数の部分に分割する。

このコンテンツデータは、例えば、事故現場の音声データあるいは画像データ

であって、改変が加えられると証拠として用いることができなくなる。

【 0 0 1 6 】

次に、本発明にかかる改変判定装置は、上記分割の結果として得られたコンテンツデータの複数の部分それぞれに、改変の判定に用いられ、埋め込みの際に、他の部分へのデータの埋め込みに影響を与えず、また、改変の検出の際に他の部分からの影響を受けない所定の方式により、埋め込みデータ（いわゆる電子透かし（エレクトロニックウォーターマーク））を埋め込こむ。つまり、埋め込みデータは、コンテンツデータの複数の部分それぞれに、複数の部分それぞれに閉じた形で埋め込まれる。

【 0 0 1 7 】

最後に、本発明にかかる改変判定装置は、コンテンツデータの上記複数の部分それぞれに閉じた形で埋め込まれた埋め込みデータを、上記複数の部分それぞれに閉じた処理により検出し、コンテンツデータのいずれの部分に改変が加えられたかを判定する。

【 0 0 1 8 】

〔以下の説明において用いられる具体例〕

ここで、本発明にかかる改変判定装置が、画像データを分割し、分割した画像データに電子透かし（埋め込みデータ）を埋め込む方式は、分割した画像データそれぞれに閉じて行うことができる限り、どのようなものであってもよい。

しかしながら、説明を明確化する必要があるので、以下、本発明にかかる改変判定装置が、例えば、J P E G方式により圧縮符号化された画像データを、それぞれD C T係数を複数組ずつ含む複数のセット（画像ブロック）に分割し、これらのセットそれぞれに対して、電子透かしを、セットごとに改変の判定が可能なように埋め込み、画像データが改変されたか否かの判定を、これらのセットごとに行う場合を具体例とする。

【 0 0 1 9 】

また、本発明にかかる改変判定装置を、画像データの一部に対して埋め込みデータ（電子透かし）を埋め込み、改変の検出を行うようにしても、あるいは、埋め込みデータを埋め込んだ領域と、改変の検出を行う領域とが一致しないように

してもよいが、以下、画像データの全部に埋め込みデータを埋め込み、改変を行う場合を具体例とする。

【0020】

また、本発明にかかる改変判定装置による埋め込みデータ（電子透かし）の埋め込みの対象となる上記DCT係数として、例えば、カラー画像データの輝度成分（Y）を、8×8画素構成の複数のDCTブロック（マクロブロック）にし、これらのDCTブロックをDCT処理して得られるDCT係数が用いられる場合を具体例とする。

【0021】

また、それぞれ複数組のDCT係数を含むセットを選択する方法としては、例えば、乱数を用いてランダムにDCT係数を選択してセットにする方法、あるいは、単純に隣り合ったDCT係数を選択してセットにする方法が考えられるが、以下、特に断らない限り、上記2例の後者の最も単純な場合、つまり、DCT係数のセットそれぞれが、単純に隣り合った2つのDCTブロックをDCT変換して得られる2組の（隣接した2つの）DCT係数を含むペアである場合を具体例として以下の説明を進める。

【0022】

〔データ付加装置の作用〕

本発明にかかる改変判定装置において、データ付加手段は、画像データに対して、DCT係数のペアごとに改変の判定が可能なように、埋め込みデータ（電子透かし）の埋め込みを行う。

【0023】

〔画像分割手段〕

データ付加手段において、画像分割手段は、例えば、JPEG方式により圧縮符号化された圧縮画像データをハフマン復号処理し、復号処理の結果として得られた画像データの3種類の成分の内、輝度成分（Y）のDCT係数を受け入れ、隣り合った2組のDCT係数同士に対応付け、対応付けた2組のDCT係数から構成されるペア（第1の画像ブロック）とする。

【0024】

〔埋め込みデータ付加手段〕

埋め込みデータ付加手段は、ペア（第 1 の画像ブロック）それぞれに含まれる 2 組の D C T 係数の内の 1 つ以上（単位データ）を、相互に対応付けて取り出す（なお、2 組の D C T 係数それぞれから 1 つ以上取り出されるので、1 つのペアからは複数の単位データが選択される）。

また、埋め込みデータ付加手段は、例えば、鍵情報を用いて乱数を発生し、発生した乱数を用いて、例えば、9 6 ビットの埋め込みデータをスクランブル処理する。

また、埋め込みデータ付加手段は、ペア（第 1 の画像ブロック）それぞれと、スクランブルされた埋め込みデータ（第 1 の埋め込みデータ）の各ビットとを対応付ける。

【 0 0 2 5 】

さらに、埋め込みデータ付加手段は、ペア（第 1 の画像ブロック）に含まれる 2 組の D C T 係数それぞれから取り出され、これら 2 組の D C T 係数の間で相互に対応する D C T 係数（単位データ）同士の関係が、所定の規則に従って、これらの D C T 係数が含まれていたペア（第 1 の画像ブロック）に対応付けられた埋め込みデータのビット（第 1 の埋め込みデータ）の値（1 または 0）を表すように、これらの D C T 係数の値を調整することにより、埋め込みデータを埋め込む。

【 0 0 2 6 】

なお、ペア（第 1 の画像ブロック）に含まれる 2 組の D C T 係数から、D C T 係数を選択する方法は、例えば、予め設定された固定の対応関係に基づいて D C T 係数を選択する方法であっても、乱数に基づいてランダムに D C T 係数に対応付けて選択する係数であってもよい。

なお、以下、説明の明確化のために、特に断らない限り、各ペア（第 1 の画像ブロック）に含まれる 2 組の D C T 係数それぞれから、ペアごとに乱数を用いてランダムに、互いに対応する 3 個ずつ（合計 6 個）の D C T 係数を選択する場合、つまり、ペアが異なれば、異なった位置から D C T 係数が選択されるが、同じペアに含まれる D C T 係数からは、同じ位置の D C T 係数が選択される場合を具

体例にして説明を行う。

【0 0 2 7】

このように各ペアに、埋め込みデータのビットを埋め込むと、例えば、ハッシュ関数を用いて埋め込みデータを埋め込んだ場合と異なり、あるペアに対して加えられた改変は、そのペア以外に影響を与えない。

つまり、このように埋め込みをおこなうと、画像の一部分に対する改変の影響は、画像の他の部分に及ばないので、画像に加えられた改変を、部分ごとに判定することができる。

【0 0 2 8】

[判定装置の作用]

埋め込みデータ（第1の埋め込みデータ）の各ビットが埋め込まれた後に、例えば、画像データの一部を塗りつぶし、写っていた物体が消去されるといった改変が加えられると、改変が加えられた部分のペア（第2の画像ブロック）に含まれ、相互に対応するDCT係数（単位データ）同士の関係が、上記所定の規則から外れることとなり、その埋め込みデータのビット（第2の埋め込みデータ）は、埋め込まれたときの埋込データのビット（第1の埋め込みデータ）と異なる値を示すことになる。

【0 0 2 9】

また、例えば、96ビットの埋め込みデータ（第1の埋め込みデータ）を、1024ビット×768ビット構成の画像を構成する6144組のDCT係数のペア（第1の画像ブロック）に埋め込むと、埋め込みデータ（第1の埋め込みデータ）の各ビットが64回ずつ、1つの画像データに埋め込まれることになる。

【0 0 3 0】

一方、画像データの比較的、小面積の部分に対してのみ、改変が加えられた場合、改変が加えられた部分において、対応する埋め込みデータ（第1の埋め込みデータ）のビットを表さなくなるペアの数は、改変が加えられなかった部分において、対応する埋め込みデータ（第1の埋め込みデータ）のビットを表わしているペアの数よりも少なくなるはずである。

【0 0 3 1】

従って、改変が加えられた可能性がある画像から埋め込みデータ（第 2 の埋め込みデータ）を抽出し、抽出した埋め込みデータ（第 2 の埋め込みデータ）の内、埋め込みデータ（第 1 の埋め込みデータ）の同じビットに対応する 6 4 個のペア（第 2 の画像ブロック）それぞれが、上記所定の規則に従って、1, 0 いずれの値を表しているかの多数決を採ると、多数のペアが表している値を、データ付加装置が付加した埋め込みデータ（第 1 の埋め込みデータ）の値であると判断することができる。

同様に、この多数決の結果、少数となったペア（第 2 の画像ブロック）の位置に、改変が加えられたと推定することができる。

【0 0 3 2】

本発明にかかる判定装置は、このような埋め込みデータの性質を利用し、改変が加えられた可能性がある D C T 係数のペア（第 2 の埋め込みデータ）それぞれから、改変が加えられた結果、埋め込まれた当初とは値が変更されている可能性がある埋め込みデータ（第 2 の埋め込みデータ）を抽出する。

さらに、判定装置は、この抽出結果に基づいて、D C T 係数のペア（第 2 の画像ブロック）のいずれに改変が加えられているか、つまり、画像データのいずれの部分に改変が加えられているかを判定する。

【0 0 3 3】

〔埋め込みデータ抽出手段〕

埋め込みデータ抽出手段は、本発明にかかるデータ付加装置により埋め込みデータ（第 1 の埋め込みデータ）が埋め込まれた後に改変が加えられた可能性があるペア（第 2 の画像ブロック）の 2 組の D C T 係数それぞれに含まれ、相互に対応する D C T 係数（単位データ）が、上記所定の規則に従って表す値（第 2 の埋め込みデータ）を抽出する。

【0 0 3 4】

〔改変判定手段〕

改変判定手段は、埋め込みデータの同じビットに対応する複数のペア（第 2 の画像ブロック）が、1, 0 いずれの値を表すかの多数決を採り、多数のペアが表す値を、埋め込み時の埋め込みデータ（第 1 の埋め込みデータ）と判定し、この

埋め込みデータと異なる値を表すペア（第 2 の画像ブロック）に対して、改変がなされたと判定する。

【 0 0 3 5 】

〔データ付加装置〕

本発明にかかるデータ付加装置は、画像データに対して改変が加えられたか否かを判定するために、画像データに所定の埋め込みデータを付加するデータ付加装置であって、前記判定は、前記画像データに含まれる複数の第 2 の画像ブロックそれぞれに付加された第 2 の埋め込みデータに基づいて、前記画像ブロックそれぞれに改変が加えられたか否かを判断することにより行われ、前記データ付加装置は、画像データを複数の第 1 の画像ブロックに分割する画像分割手段と、分割の結果として得られた前記複数の第 1 の画像ブロックそれぞれに、所定の第 1 の埋め込みデータそれぞれを付加し、前記複数の第 2 の画像ブロックとする埋め込みデータ付加手段とを有する。

【 0 0 3 6 】

〔判定装置〕

また、本発明にかかる判定装置は、画像データを複数の第 1 の画像ブロックに分割し、分割の結果として得られた前記第 1 の画像ブロックそれぞれに、所定の第 1 の埋め込みデータそれぞれを付加することにより作られた複数の第 2 の画像ブロックそれぞれに改変が加えられたか否かを判定する判定装置であって、

前記第 2 の画像ブロックそれぞれに付加された埋め込みデータ（第 2 の埋め込みデータ）を抽出する埋め込みデータ抽出手段と、抽出された前記第 2 の埋め込みデータに基づいて、前記第 2 の画像ブロックそれぞれに改変が加えられたか否かを判定する改変判定手段とを有する。

【 0 0 3 7 】

〔改変判定方法〕

本発明にかかる改変判定方法は、所定の埋め込みデータを埋め込む対象となるコンテンツデータに前記埋め込みデータを付加し、前記所定の埋め込みデータが埋め込まれたコンテンツデータに対して改変が加えられたか否かを判定するコンテンツ改変判定方法であって、前記コンテンツデータを複数の第 1 のブロックに

分割し、分割の結果として得られた前記複数の第 1 のブロックそれぞれに、所定の第 1 の埋め込みデータそれぞれを付加し、複数の第 2 のブロックとし、前記第 2 のブロックそれぞれに付加された前記埋め込みデータ（第 2 の埋め込みデータ）を抽出し、抽出された前記第 2 の埋め込みデータに基づいて、前記第 2 のブロックそれぞれに改変が加えられたか否かを判定する。

【 0 0 3 8 】

〔媒体〕

また、本発明にかかる第 1 の媒体は、画像データに所定の埋め込みデータを付加するデータ付加装置と、前記所定の埋め込みデータが埋め込まれた画像データに対して改変が加えられたか否かを判定する判定装置とを有する改変判定装置において、画像データを複数の第 1 の画像ブロックに分割する画像分割ステップと、分割の結果として得られた前記複数の第 1 の画像ブロックそれぞれに、所定の第 1 の埋め込みデータそれぞれを付加し、複数の第 2 の画像ブロックとする埋め込みデータ付加ステップと、前記第 2 の画像ブロックそれぞれに付加された埋め込みデータ（第 2 の埋め込みデータ）を抽出する埋め込みデータ抽出ステップと、抽出された前記第 2 の埋め込みデータに基づいて、前記第 2 の画像ブロックそれぞれに改変が加えられたか否かを判定する改変判定ステップとをコンピュータに実行させるプログラムを媒介する。

【 0 0 3 9 】

また、本発明にかかる第 2 の媒体は、画像データに対して改変が加えられたか否かを判定するために、画像データに所定の埋め込みデータを付加するデータ付加装置において、前記判定は、前記画像データに含まれる複数の第 2 の画像ブロックそれぞれに付加された第 2 の埋め込みデータに基づいて、前記画像ブロックそれぞれに改変が加えられたか否かを判断することにより行われ、画像データを複数の第 1 の画像ブロックに分割する画像分割ステップと、分割の結果として得られた前記複数の第 1 の画像ブロックそれぞれに、所定の第 1 の埋め込みデータそれぞれを付加し、前記複数の第 2 の画像ブロックとする埋め込みデータ付加ステップとをコンピュータに実行させるプログラムを媒介する。

【 0 0 4 0 】

また、本発明にかかる第 3 の媒体は、画像データを複数の第 1 の画像ブロックに分割し、分割の結果として得られた前記第 1 の画像ブロックそれぞれに、所定の第 1 の埋め込みデータそれぞれを付加することにより作られた複数の第 2 の画像ブロックそれぞれに改変が加えられたか否かを判定する判定装置において、前記第 2 の画像ブロックそれぞれに付加された埋め込みデータ（第 2 の埋め込みデータ）を抽出する埋め込みデータ抽出ステップと、抽出された前記第 2 の埋め込みデータに基づいて、前記第 2 の画像ブロックそれぞれに改変が加えられたか否かを判定する改変判定ステップとをコンピュータに実行させるプログラムを媒介する。

【 0 0 4 1 】

【発明の実施の形態】

〔第 1 実施形態〕

以下、本発明の第 1 実施形態を説明する。

【 0 0 4 2 】

〔改変判定装置 1〕

図 1 は、本発明にかかる改変判定方法を実現する画像改変判定装置 1 の構成を示す図である。

図 1 に示すように、画像改変判定装置 1 は、C R T 表示装置あるいは液晶表示装置等の表示装置 1 0 0、キーボードおよびマウス等を含む入力装置 1 0 2、デジタルカメラインターフェース I F（カメラ I F）1 0 4、メモリカードインターフェース（メモリカード I F）1 0 6、M O 装置および C D 装置等の記憶装置 1 0 8、および、メモリ 1 1 2 およびマイクロプロセッサ（C P U）1 1 4 等を含むコンピュータ本体（P C 本体）1 1 0 から構成され、必要に応じて、さらに通信装置 1 1 6 が付加される。

つまり、画像改変判定装置 1 は、一般的なコンピュータに、カメラ I F 1 0 4 およびメモリカード I F 1 0 6 を付加した構成を採る。

【 0 0 4 3 】

画像改変判定装置 1 は、これらの構成部分により、光磁気ディスク（M O）あるいはコンパクトディスク（C D）等の記録媒体 1 2 0 に記録されて記憶装置 1

08に供給される埋込・判定プログラム2（図2を参照して後述する）を、メモリ112にロードして実行し、画像データに対する電子透かし（埋め込みデータ）の埋め込み処理および改変（人為的に加えられた改変か、データが壊れる等の事故に起因する改変かを問わない）の判定処理を実行する。

【0044】

つまり、画像改変判定装置1は、デジタルカメラ140が撮影した画像を、例えばJPEG方式により圧縮符号化して生成した圧縮画像データを、カメラIF104を介して受け入れる。あるいは、画像改変判定装置1は、デジタルカメラ140がメモ리카ード142に記録した圧縮画像データを、メモ리카ードIF106を介して受け入れる。

圧縮画像データを受け入れると、画像改変判定装置1は、圧縮画像データに電子透かし（埋め込みデータ）を埋め込み、埋め込んだ電子透かし（埋込データ）を用いて、圧縮画像データのいずれの部分に改変が加えられたかを判定する。

【0045】

[埋込・判定プログラム2]

図2は、図1に示した画像改変判定装置1が実行し、本発明にかかる第1の改変判定方法を実現する埋込・判定プログラム2の構成を示す図である。

図2に示すように、埋込・判定プログラム2は、埋込・抽出部3、鍵情報データベース(DB)22および画像データベース(DB)24から構成され、埋込・抽出部3は、埋込データ生成部20、制御部26、埋込部30、抽出部40およびOS50から構成される。

【0046】

[OS50]

OS50は、例えば、ウィンドウズ（マイクロソフト社商品名）等のオペレーティングシステムソフトウェアであって、埋込・判定プログラム2の各構成部分の実行制御を行う。

また、OS50は、埋込データ生成部20に対して、メモ리카ード142のシリアル番号および時刻等、電子透かし（埋込データ）の生成に必要なデータを供給するなど、埋込・判定プログラム2の各構成部分の処理に必要なとされるデータ

を供給する。

【0047】

〔制御部26〕

制御部26は、例えば、表示装置100に操作用のGUI画像（図示せず）を表示し、表示されたGUI画像に対するユーザの操作を受け入れ、必要に応じて、受け入れた操作を示す操作データを、埋込・判定プログラム2の各構成部分に供給する。

また、制御部26は、受け入れたユーザの操作に応じて、埋込・判定プログラム2の各構成部分の動作を制御する。

【0048】

〔画像DB24〕

画像DB24は、埋込部30が埋め込みデータを埋め込んだ圧縮画像データ（JPEGデータ）を記憶装置108に挿入された記録媒体120、あるいは、メモリカードIF106に挿入されたメモリカード142に記憶・管理し、記憶・管理した画像データを読み出して抽出部40に対して出力する。

【0049】

〔鍵情報DB22〕

鍵情報DB22は、画像DB22が管理するJPEGデータと、埋込部30が、このJPEGデータへ埋め込みデータを埋め込む際に、乱数を発生させるために用いる鍵（例えば64ビットの数値）とを対応付けた鍵情報を記憶装置108等に記憶・管理し、記憶・管理した鍵情報を読み出して埋込部30および抽出部40に対して出力する。

【0050】

〔埋込データ生成部20〕

埋込データ生成部20は、例えば、OS50から入力されるメモリのシリアル番号といったデータから、96ビットの埋め込みデータを生成し、埋込部30に対して出力する。

【0051】

〔埋込部30〕

図3は、図2に示した埋込部30の構成を示す図である。

図4は、図3に示したデータ埋込部32の構成を示す図である。

図3および図4に示すように、埋込部30は、復号部300、データ埋込部32および符号化部304から構成され、データ埋込部32は、画像分割部320、乱数発生部322、位置決め部324、スクランブル部326および係数操作部328から構成される。

【0052】

[埋込部30の概要]

埋込部30は、これらの構成部分により、まず、カラーの圧縮画像データを構成するクロマ成分Cb、Crおよび輝度成分Yの1組8画素×8画素構成（1組64画素）のDCT係数の内、例えば輝度成分YのDCT係数を、それぞれDCT係数2組ずつを含む複数のペア（第1の画像ブロック）とする。

【0053】

埋込部30は、さらに、これらのペアそれぞれに、埋込データ生成部20が発生した96ビットの埋込データを、鍵情報DB22（図2）から供給された鍵情報を用いて、例えば16ビットの線形合同法により発生した乱数に基づいてスクランブルしたデータ（第1の埋め込みデータ；以下、記述の簡略化のために、このように「スクランブルされた埋め込みデータ」を、単に「埋め込みデータ」とも記す）の各ビットを埋め込む。

【0054】

[埋込部30の詳細]

図5～図16をさらに参照して、埋込部30の処理の詳細を説明する。

図5は、デジタルカメラ140（図1）が撮影した非圧縮画像データを例示する図である。

図6（A）は、図5に例示した非圧縮画像データの一部を示す図であり、（B）は、（A）に例示した非圧縮画像データ（部分）に含まれるDCTブロック（マクロブロック）を示す図であり、（C）は、（B）に示したDCTブロックそれぞれに含まれる8×8構成の画素を示す図である。

【0055】

なお、本来、DCTブロックと、 8×8 構成のDCT係数とは区別する必要があるが、記述の簡略化のために、以下、特に断らない限り、 8×8 構成のDCT係数をDCTブロックとも記し、 8×8 構成のDCTブロックに含まれる各DCT係数を、DCT係数と記す。

【0056】

デジタルカメラ140（図1）は、例えば、人物および風景を撮影し、図5に例示した非圧縮カラー画像データを生成し、さらに、JPEG方式により圧縮符号化する。

つまり、デジタルカメラ140は、図6（A）～（C）に例示するように、得られた非圧縮画像データに含まれる輝度成分Yおよびクロマ成分Cr、Cbそれぞれを、それぞれ 8×8 （64）個の画素を含むDCTブロック（マクロブロックともいう）に分割し、分割の結果として得られたDCTブロックをDCT変換し、さらに、ハフマン符号化して、JPEG方式の圧縮画像データを生成し、カメラIF104を介して、あるいは、メモ리카ード142およびメモ리카ードIF106を介して、PC本体110（図1）により実行される埋込・判定プログラム2の埋込部30（図2，3）に対して出力する。

【0057】

図7は、図1に示したデジタルカメラ140が生成したJPEG方式の圧縮画像データを示す図である。

図7に示すように、デジタルカメラ140は、JPEG方式の圧縮画像データを、画像データ本体の他、伸長復号時の逆量子化处理および復号処理にそれぞれ必要な量子化テーブルおよびハフマンテーブル等のデータ、および、これらのデータそれぞれを識別するタグを含むファイル（JPEGファイル）の形式で生成する。

【0058】

図8は、図3に示した復号部300のハフマン復号処理を示す図である。

図9（A）は、デジタルカメラ140から入力される圧縮画像データを復号部300がハフマン復号して得られる輝度信号YのDCT係数を示す図であり、（B）は、（A）に示した輝度信号YのDCT係数の内、それぞれ隣り合う2組

を対応付ける方法を示す図であり、(C)は、(B)に示した方法により対応付けられたDCT係数のペアを示す図である。

【0059】

埋込部30は、まず、入力されたJPEG方式の圧縮画像データを、図8に示すように、JPEGファイル(図7)に含まれるハフマンテーブルを用いてハフマン復号し、輝度成分Yおよびクロマ成分Cr, CbのMCU(Minimum Code Unit)を得る。

このMCUは、実際には、非圧縮画像データをDCT処理し、さらに、量子化テーブルを用いて量子化処理したデータに対応するが、説明の簡略化のために、以下、単にDCTブロックと記す。

また、MCUに含まれる各係数は、実際には、DCT係数を量子化テーブルを用いて量子化した値であるが、説明の簡略化のために、以下、単にDCT係数と記す。

【0060】

さらに、埋込部30は、得られたこれらのDCTブロックの内、図9(A)に示す輝度成分Yの12288個のDCTブロック(1, 1~96, 128)を、図9(B), (C)に示すように、隣り合う2つ(ブロック1, 2)同士で6144(12288/2)個のペアにする。

埋込部30は、このようにして得られた6144(96×64)個のペアそれぞれに、上述のように乱数によりスクランブルされた96ビットの埋め込みデータの各ビットを、64回ずつ繰り返し対応付ける。

【0061】

図10は、図2, 3に示した埋込部30が1つのペア(図9(A), (B))に含まれるDCTブロック(ブロック1, 2)それぞれから選択した相互に対応するDCT係数を例示する図である。

なお、図10は、ペア i ($1 \leq i \leq 6144$)に含まれる2つのDCTブロック(ブロック1, 2)それぞれから、同じ位置の3個のDCT係数(2, 3), (3, 2), (3, 3)が選択された場合を例示する。

【0062】

埋込部 30 は、例えば、鍵情報 DB 22（図 2）から供給された鍵から上述のように発生した乱数を用いて、図 10 に示すように、DCT ブロック（ブロック 1, 2）内の相互に対応する 3 つの DCT 係数（ A_1 , A_2 , B_1 , B_2 , C_1 , C_2 ；単位データ）を、ペアごとにランダムに選択する。言い換えると、埋込部 30 は、同一のペアに含まれる DCT ブロック（ブロック 1, 2）からは、同じ位置の DCT 係数をビットの埋め込みのために選択するが、異なるペアの間では、異なる位置の DCT 係数を選択する。

【0063】

図 11（A），（B）は、図 10 に例示したように選択されたブロック 1, 2 それぞれの DCT 係数を、埋め込みデータのビット（値 1）を埋め込むために、DCT 係数の数値を変更する必要がある場合について例示する図である。

図 12 は、図 10 に例示したように選択されたブロック 1, 2 それぞれの DCT 係数を、埋め込みデータのビット（値 1）を埋め込むために、DCT 係数の数値を変更する必要がある場合について例示する図である。

【0064】

図 13（A），（B）は、図 10 に例示したように選択されたブロック 1, 2 それぞれの DCT 係数を、埋め込みデータのビット（値 0）を埋め込むために、DCT 係数の数値を変更する必要がある場合について例示する図である。

図 14 は、図 10 に例示したように選択されたブロック 1, 2 それぞれの DCT 係数を、埋め込みデータのビット（値 0）を埋め込むために、DCT 係数の数値を変更する必要がある場合について例示する図である。

【0065】

埋込部 30 は、例えば、図 10 に例示したように、ペア i の 2 つの DCT ブロック（ブロック 1, 2）から選択した相互に対応する DCT 係数（ A_1 , A_2 , B_1 , B_2 , C_1 , C_2 ）値同士の関係が、図 11（A），（B）、図 12、図 13（A），（B）および図 14 に例示するように、上述のようにペアそれぞれに対応付けられた埋め込みデータのビットの値に応じて、下表 1 に例示する規則（規則 1-1, 1-2）に従うように調整することにより、各ペアに、対応する埋め込みデータのビットの値（1, 0）を埋め込む。

【0066】

【表1】

表1：DCT係数の関係を示す規則：

ペアに対応付けられた埋め込みデータのビットの値が1である場合：

$$(A_1 < A_2 \&\& B_1 < B_2 \&\& C_1 < C_2) ||$$

$$(A_1 > A_2 \&\& B_1 > B_2 \&\& C_1 < C_2) ||$$

$$(A_1 < A_2 \&\& B_1 > B_2 \&\& C_1 > C_2) ||$$

$$(A_1 > A_2 \&\& B_1 < B_2 \&\& C_1 > C_2)$$

・・・（規則1-1）

ペアに対応付けられた埋め込みデータのビットの値が0である場合：

$$(A_1 < A_2 \&\& B_1 < B_2 \&\& C_1 > C_2) ||$$

$$(A_1 > A_2 \&\& B_1 < B_2 \&\& C_1 < C_2) ||$$

$$(A_1 < A_2 \&\& B_1 > B_2 \&\& C_1 < C_2) ||$$

$$(A_1 > A_2 \&\& B_1 > B_2 \&\& C_1 > C_2)$$

・・・（規則1-2）

ただし、上記規則1-1，1-2において、

$X \&\& Y$ は、条件X,Yの両方を満たすことを示し、

$X || Y$ は、条件X,Yのいずれかを満たすことを示す。

【0067】

〔ビット1の埋め込み〕

例えば、図11（A）に例示するように、ペアiに対応付けられた埋め込みデータのビットの値が1あり、ペアiの2つのDCTブロック（ブロック1，2）の相互に対応するDCT係数（ A_1 ， A_2 ， B_1 ， B_2 ， C_1 ， C_2 ）の値が、それぞれ4，4，2，3，4，5である場合、これらのDCT係数の値の関係は、 $A_1 = A_2$ であるため、上記規則1-1，1-2のいずれをも満たさない。

【0068】

そこで、埋込部30は、図11（B）内の数字に丸印を付して例示するように、相互に対応するDCT係数（ A_1 ， A_2 ， B_1 ， B_2 ， C_1 ， C_2 ）同士の値の関係

が、上記規則 1 - 1 の $(A_1 < A_2 \&\& B_1 < B_2 \&\& C_1 < C_2)$ の条件を満たすことになるように、 A_2 の値を増やして、値 1 の埋め込みデータのビットを埋め込む。

つまり、埋込部 3 0 は、例えば、値 1 のビットを埋め込む場合に、DCT 係数 $(A_1, A_2, B_1, B_2, C_1, C_2)$ 同士の値が規則 1 - 1 を満たさない場合には、常に、これらの DCT 係数同士の関係が、上記規則 1 - 1 の内、 $(A_1 < A_2 \&\& B_1 < B_2 \&\& C_1 < C_2)$ の条件を満たすことになるように、しかも、調節前と後とで DCT 係数の値の変化が最小になるように DCT 係数を調節して、値 1 の埋め込みデータのビットを埋め込む。

【0 0 6 9】

また、例えば、図 1 2 に例示するように、ペア i に対応付けられた埋め込みデータのビットの値が 1 あり、ペア i の 2 つの DCT ブロック (ブロック 1, 2) の相互に対応する DCT 係数 $(A_1, A_2, B_1, B_2, C_1, C_2)$ の値が、それぞれ 3, 5, 6, 3, 5, 4 である場合、これらの DCT 係数の値の関係は、上記規則 1 - 1 の条件 $(A_1 < A_2 \&\& B_1 > B_2 \&\& C_1 > C_2)$ を満たしている。

従って、この場合には、埋込部 3 0 は、ペア i の 2 つの DCT ブロック (ブロック 1, 2) の DCT 係数 $(A_1, A_2, B_1, B_2, C_1, C_2)$ の値を変更しない。

【0 0 7 0】

〔ビット 0 の埋め込み〕

例えば、図 1 3 (A) に例示するように、ペア i に対応付けられた埋め込みデータのビットの値が 0 あり、ペア i の 2 つの DCT ブロック (ブロック 1, 2) の相互に対応する DCT 係数 $(A_1, A_2, B_1, B_2, C_1, C_2)$ の値が、それぞれ 4, 4, 2, 3, 4, 5 である場合、これらの DCT 係数の値の関係は、 $A_1 = A_2$ であるため、上記規則 1 - 1, 1 - 2 のいずれをも満たさない。

【0 0 7 1】

そこで、埋込部 3 0 は、図 1 3 (B) 内の数字に丸印を付して例示するように、相互に対応する DCT 係数 $(A_1, A_2, B_1, B_2, C_1, C_2)$ 同士の値の関係が、上記規則 1 - 2 の $(A_1 > A_2 \&\& B_1 < B_2 \&\& C_1 < C_2)$ の条件を満たすことになるように、 A_2 の値を減らして、値 0 の埋め込みデータのビットを埋め込む。

つまり、埋込部 30 は、例えば、値 0 のビットを埋め込む場合に、DCT 係数 ($A_1, A_2, B_1, B_2, C_1, C_2$) 同士の値が規則 1-2 を満たさない場合には、常に、これらの DCT 係数同士の関係が、上記規則 1-2 の内、($A_1 > A_2 \& B_1 < B_2 \& C_1 < C_2$) の条件を満たすことになるように、しかも、調節前と後とで DCT 係数の値の変化が最小になるように DCT 係数を調節して、値 0 の埋め込みデータのビットを埋め込む。

【0072】

また、例えば、図 14 に例示するように、ペア i に対応付けられた埋め込みデータのビットの値が 0 あり、ペア i の 2 つの DCT ブロック (ブロック 1, 2) の相互に対応する DCT 係数 ($A_1, A_2, B_1, B_2, C_1, C_2$) の値が、それぞれ 4, 5, 2, 3, 6, 5 である場合、これらの DCT 係数の値の関係は、上記規則 1-2 の条件 ($A_1 < A_2 \& B_1 < B_2 \& C_1 > C_2$) を満たしている。

従って、この場合には、埋込部 30 は、ペア i の 2 つの DCT ブロック (ブロック 1, 2) の DCT 係数 ($A_1, A_2, B_1, B_2, C_1, C_2$) の値を変更しない。

【0073】

図 15 は、埋込部 30 (図 2, 3) が、DCT ブロックに対して埋め込みデータを埋め込むために用いられる埋め込みテーブルを例示する図表である。

なお、図 15 には、埋め込みデータビット欄が現れているが、この欄は、埋め込みデータがスクランブル処理されていることを説明するために示したものであり、実際の処理においては用いられない。

ここまで説明した埋込部 30 の埋め込み処理を、さらに図 15 を参照して説明する。

埋込部 30 は、1024 画素×768 画素構成の画像データ (図 5, 6 (A) ~ (C)) から得られた 12288 個の DCT ブロックの内、隣り合った 2 つの DCT ブロック同士を対応付けて (図 9 (A) ~ (C))、6144 個のペアを作る。

【0074】

また、埋込部 30 は、埋込データ生成部 20 (図 2) から供給される 96 ビッ

トの埋め込みデータを、鍵情報DB 2 2から供給される鍵から作成した乱数でスクランブル処理し、スクランブル処理した9 6ビットの埋め込みデータのビットそれぞれの値（1， 0）を、下記方法により6 4回ずつ6 1 4 4個のペアそれぞれに対応付け、図1 5に示すように、埋め込みテーブルの埋め込みデータ割り当て欄に書き込む。

【0 0 7 5】

[埋め込みデータの対応付け方法]

なお、図1 5に例示するように、連続した9 6ペアごとに、それぞれ異なった順番にスクランブルされた9 6ビットの埋め込みデータの各ビットが対応付けられるので、例えば、第5番目のペアと、第1 6 0番目のペアに、埋め込みデータの第7番目のビット（1）が割り当てられる。

以下、同様に、6 1 4 4個のペアを、順番に6 4組×9 6ペアに分割して得られる各組ごとに異なる順番で、各組に含まれる9 6ペアそれぞれに、9 6ビットの埋め込みデータの各ビットが対応付けられる。

【0 0 7 6】

例えば、9 6ビットの埋め込みデータの第1～第4ビットはそれぞれ、第1～第9 6ペアを含む第1組においては、第1 1ペア、第5ペア、第3 1ペアおよび第9ペアに対応付けられ、第9 7～第1 9 2ペアを含む第2組においては、第9 9ペア、第1 2 6、第1 0 0ペア、第1 5 3ペアに対応付けられる（後に図2 2に例示）。

【0 0 7 7】

また、埋込部3 0は、上述のように生成された乱数を用いて、図1 0に例示したように、ペアごとに、2つのDCTブロック（ブロック1， 2）からいずれのDCT係数（ A_1 ， A_2 ， B_1 ， B_2 ， C_1 ， C_2 ）を取り出すかを決め、取り出したDCT係数の値を、埋め込みテーブルのブロック1， 2の欄に書き込む。

上述のように、埋込部3 0が8×8構成のDCT係数のいずれを取り出すかは、ペアごとに一定ではない。

【0 0 7 8】

以上の処理が終了すると、埋込部3 0は、各ペアのDCTブロック（ブロック

1, 2) から選択された DCT 係数 ($A_1, A_2, B_1, B_2, C_1, C_2$) が、上記表 1 に示した規則 1-1, 1-2 に基づいて、埋め込みテーブルの埋め込みデータ割り当て欄のビットの値を表すように、埋め込みテーブルのブロック 1, 2 の欄に書き込まれた DCT 係数 ($A_1, A_2, B_1, B_2, C_1, C_2$) の値を操作する。

【0079】

埋込部 30 は、ここまで説明したように埋め込みデータが埋め込まれた輝度成分 Y の DCT 係数 (DCT ブロック) と、クロマ成分 C_r, C_b の DCT 係数を、再びハフマン符号化して、JPE G 方式により伸長可能な圧縮画像データ (JPE G データ) として、画像 DB 24 (図 2) に対して出力する。

【0080】

[埋込部 30 の構成部分]

再び図 3, 4 を参照して、埋込部 30 の構成部分を説明する。

【0081】

[復号部 300]

復号部 300 (図 3) は、制御部 26 (図 2) の制御に従って、カメラ IF 104 またはメモ리카ード IF 106 を介して供給される JPE G データをハフマン復号し、復号の結果として得られる 3 種類の DCT 係数 (DCT ブロック) の内、2 種類のクロマ成分 C_r, C_b の DCT 係数 (DCT ブロック) を、符号化部 304 に対して出力し、輝度成分 Y の DCT 係数 (DCT ブロック) を、データ埋込部 32 に対して出力する。

【0082】

[データ埋込部 32]

データ埋込部 32 は、図 9 ~ 図 15 を参照して説明した埋め込みデータの埋め込み処理を行う。

以下、再び図 4 を参照して、データ埋込部 32 の各構成部分を説明する。

【0083】

[画像分割部 320]

画像分割部 320 は、復号部 300 から入力される輝度信号 Y の DCT 係数 (

DCTブロック；図9（A））を、図9（B），（C）に示したペアに分割して、係数操作部328に対して出力する。

【0084】

〔乱数発生部322〕

乱数発生部322は、鍵情報DB22（図2）から入力される例えば64ビットの鍵を用いて、16ビットの線形合同法により乱数を発生し、発生した乱数RNを位置決め部324およびスクランブル部326に対して出力する。

【0085】

〔位置決め部324〕

位置決め部324は、画像分割部320が作成したペアそれぞれにおいて、乱数発生部322から入力される乱数RNを用いて、2つのDCTブロック（ブロック1，2）のいずれのDCT係数を選択するか（選択するDCT係数の位置；図10）を決定し、決定したDCT係数の位置を示す位置データを係数操作部328に対して出力する。

【0086】

〔スクランブル部326〕

スクランブル部326は、乱数発生部322から入力される乱数RNを用いて、埋込データ生成部20（図2）から入力される96ビットの埋め込みデータをスクランブル処理する。

このスクランブル部326のスクランブル処理により、96ビットを1つの繰り返し単位とし、繰り返し単位ごとに異なった順番で96ビットの埋め込みデータの全てのビットを含み、この繰り返し単位を64個含むデータ（スクランブルされた埋め込みデータ、以下、単に埋め込みデータとも記す）を係数操作部328に対して出力する。

【0087】

〔係数操作部328の埋め込みテーブル作成処理〕

係数操作部328は、まず、図15に示した埋め込みテーブルを作成する。

つまり、まず、係数操作部328は、位置決め部324から入力された位置データに基づいて、各ペアの2つのDCTブロック（ブロック1，2；図9（B）

等) から DCT 係数を取り出し (図 10)、埋め込みテーブル (図 15) のブロック 1, 2 の欄に書き込み、さらに、スクランブル部 326 から入力された埋め込みデータを埋め込みテーブルの埋め込みデータの割り当て欄に書き込む。

【0088】

〔係数操作部 328 のデータ埋め込み処理〕

図 16 は、図 4 に示した係数操作部 328 が、DCT ブロックのペアに埋め込みデータを埋め込む処理 (S10) を示す図である。

次に、係数操作部 328 は、DCT 係数 (DCT ブロック) のペアそれぞれに、埋め込みテーブル (図 15) において対応付けられた埋め込みデータのビットを埋め込み、埋め込みデータを埋め込んだ輝度成分の DCT 係数 Y' として符号化部 304 (図 3) に対して出力する。

【0089】

図 16 に示すように、係数操作部 328 は、ステップ 100 (S100) において、6144 個のペアを示す変数 i を 1 に初期設定する。

【0090】

ステップ 102 (S102) において、係数操作部 328 は、第 i 番目のペアの操作対象となる DCT 係数 (A_1 , A_2 , B_1 , B_2 , C_1 , C_2) を、埋め込みテーブル (図 15) のブロック 1, 2 欄から、埋め込むビットを、同じく埋め込みテーブルの埋め込みデータ割り当て欄から取り出す。

【0091】

ステップ 104 (S104) において、係数操作部 328 は、S102 の処理において取り出した埋め込みビットの値が 1 であるか否かを判断し、埋め込みビットの値が 1 である場合には S106 の処理に進み、0 である場合には S110 の処理に進む。

【0092】

ステップ 106 (S106) において、係数操作部 328 は、操作対象の DCT 係数が、表 1 に示した規則 1-1 を満たすか否か、つまり、操作対象の DCT 係数が 1 を表すか判断し、図 12 に例示したように、規則 1-1 を満たす場合には S114 の処理に進み、これ以外の場合には S108 の処理に進む。

【0 0 9 3】

ステップ 1 0 8 (S 1 0 8) において、係数操作部 3 2 8 は、操作対象の D C T 係数が、規則 1－1 を満たすように操作する。

なお、S 1 0 8 の処理にいて、操作対象の D C T 係数が正常な値の範囲を超えた場合には、係数操作部 3 2 8 は、画像改変判定装置 1 (図 1) の用途に応じて、ビット (1) の埋め込み処理 (D C T 係数の操作) を行わない、あるいは、エラーメッセージを出して処理を中止する等の例外処理を行う。

【0 0 9 4】

ステップ 1 1 0 (S 1 1 0) において、係数操作部 3 2 8 は、操作対象の D C T 係数が、表 1 に示した規則 1－2 を満たすか否か、つまり、操作対象の D C T 係数が 0 を表すか否かを判断し、規則 1－2 を満たす場合には S 1 1 4 の処理に進み、これ以外の場合には S 1 1 2 の処理に進む。

【0 0 9 5】

ステップ 1 1 2 (S 1 1 2) において、係数操作部 3 2 8 は、操作対象の D C T 係数が、規則 1－2 を満たすように操作する。

なお、S 1 1 2 の処理の結果、操作対象の D C T 係数が正常な値の範囲を超えた場合には、係数操作部 3 2 8 は、S 1 0 8 の処理においてと同様に例外処理を行う。

【0 0 9 6】

ステップ 1 1 4 (S 1 1 4) において、係数操作部 3 2 8 は、変数 i が 6 1 4 4 であるか否か、つまり、全てのペアに対して埋め込みデータの埋め込み処理が終了したか否かを判断し、終了した場合には処理を終了し、これ以外の場合には変数 i を 1 増やして S 1 0 2 の処理に戻る。

【0 0 9 7】

[符号化部 3 0 4]

符号化部 3 0 4 (図 3) は、図 7 および図 8 に示した処理と逆の処理を行い、復号部 3 0 0 から入力されたクロマ成分 C r, C b の D C T 係数と、データ埋込部 3 2 から入力され、埋め込みデータが埋め込まれた輝度成分 Y の D C T 係数 Y' とをハフマン符号化し、画像 D B 2 2 に対して出力する。

【0098】

[抽出部40]

図17は、図2に示した抽出部40の構成を示す図である。

図18は、図13に示した埋め込みデータ抽出部42の構成を示す図である。

図17および図18に示すように、抽出部40は、復号部400、画像分割部402、符号化部404、画像合成部406、埋込データ抽出部42、改変検出部44およびクラスタリング部46から構成され、埋込データ抽出部42は、乱数生成部420、位置決め部422、抽出順序生成部424、対応付け部426およびデータ抽出部428から構成される。

【0099】

[抽出部40の概要]

埋込部30により、図9～図16を参照して上述したように埋め込みデータが埋め込まれたJPEGデータの一部または全部に対して、その後、改変が加えられると、各ペアの2つのDCTブロック（ブロック1，2；図9（B）等）の間で相互に対応し、埋め込みデータの埋め込みに用いられたDCT係数（ A_1 ， A_2 ， B_1 ， B_2 ， C_1 ， C_2 ；図10等）の値の関係が、上記表1に示した規則1-1，1-2に従って、図11（A），（B）～図14に例示した処理により埋め込まれたビットの値を示さなくなる。

【0100】

抽出部40は、上述した構成部分により、埋め込みデータが埋め込まれたJPEGデータのこのような性質を利用して、埋込部30が生成したJPEGデータに改変が加えられたか否か、および、改変が加えられた場合には、画像データ（図5）のいずれの部分に改変が加えられたかを判定し、表示する。

【0101】

[抽出部40の詳細]

以下、図19～図26をさらに参照して、抽出部40の処理を詳細に説明する。

上述したように、埋込部30（図2，3）においては、各ペアにおいて、埋め込みデータの埋め込みに用いられるDCT係数の位置は、同じく、鍵情報DB2

2 から供給された鍵から生成された乱数によって求められる。

従って、抽出部 40 においても、埋込部 30 と同じ鍵を使うことにより、各ペアの DCT ブロック（ブロック 1, 2 ; 図 10）において、いずれの DCT 係数が、埋め込みデータの埋め込みに用いられたかを知ることができる。

【0102】

また、埋込部 30 においては、96 ビットの埋め込みデータの各ビットは、鍵情報 DB 22 から供給される鍵から生成された乱数によってスクランブルされ、各ペアに対応付けられている。

従って、抽出部 40 においても、埋込部 30 と同じ鍵を使うことにより、いずれのペアに、96 ビットの埋め込みデータのいずれのビットが対応付けられたかを知ることができる。

【0103】

抽出部 40 は、このように、埋込部 30 と同じ鍵を用いて、各ペアの 2 つの DCT ブロック（ブロック 1, 2）において、いずれの DCT 係数がビットの埋め込みに用いられたかを知り、さらに、ビットの埋め込みに用いられた相互いに対応する DCT 係数同士の値の関係が、上記表 1 に示した規則 1-1, 1-2 のいずれに該当するかによって、各ペアに埋め込まれた埋め込みデータのビットの値（1, 0）を抽出する。

次に、抽出部 40 は、埋込部 30 と同じ鍵を用いて、各ペアから抽出された埋め込みデータのビットの値が、埋め込みデータのいずれのビットに対応するかを判定する。

【0104】

図 19（A）は、埋込部 30（図 2, 3）が埋め込みデータを埋め込んだ JPEG データを伸長した画像を例示する図であり、（B）は、（A）に示した画像に加えられた改変を例示する図であり、（C）は、改変後の画像を例示する図である。

ここで、例えば、埋込部 30 が、図 5 および図 6（A）～（C）に示した画像データから得られた JPEG データに対して、図 9～図 16 に示したように埋め込みデータを埋め込んで生成した JPEG データを、誰かが伸長し、図 19（A

）に例示する画像を得て、図 19（B）に点線で示すように改変を加え、図 19（C）に示すように、画像左上の雲の部分消去した画像を生成し、再度、J P E G方式で圧縮符号化し、元の J P E Gデータと置き換えたとすると、改変は画像のごく一部に加えられたため、埋め込みデータの同一のビットに対応付けられた 64 個のペアから抽出された 64 の値の多くは、改変前の値を示し、少数だけが改変によって変更された値を示すはずである。

【0105】

抽出部 40 は、画像の一部に変更が加えられた場合のこのような性質を利用して、各ペアから抽出したビットを、埋め込みデータの各ビットに対応付けて多数決を採り、埋め込みデータの第 k ビットに対応する 64 個のペアの多数から値 1（0）が抽出され、少数のペアから値 0（1）が抽出された場合には、埋込部 30 が、これら 64 個のペアに、第 k ビットとして、値 1（0）を埋め込んだと推定する。

つまり、抽出部 40 は、埋め込みデータの各ビットについて、抽出された値の多数決を採り、埋込部 30 が各ペアに埋め込んだ埋め込みデータのビットの値を推定するとともに、多数決の結果、少数となった値が抽出されたペアに対して、改変が加えられたと判定する。

【0106】

図 20 は、改変が加えられた部分を示す 2 値画像を、元の画像と合成して示す画像を例示する図である。

さらに、抽出部 40 は、例えば、図 20 に示すように、改変が加えられたペアを示す 2 値画像（図 20 左上のモザイク状の部分）と、図 5 に示した元の画像とを合成して、いずれの部分に改変が加えられたかを表示装置 100（図 1）等に表示する。

【0107】

図 21 は、クラスタリング処理により、改変が加えられた範囲を示す画像を、元の画像と合成して示す画像を例示する図である。

あるいは、抽出部 40 は、例えば、図 21 に示すように、クラスタリング処理により、図 20 に示した 2 値画像のモザイク状の部分が存在する範囲を示す画像

(図 2 1 左上の長方形) を得て、この画像と、図 5 に示した元の画像とを合成して、いずれの範囲に改変が加えられたかを表示装置 1 0 0 等に表示する。

【 0 1 0 8 】

このような処理を行うために、まず、抽出部 4 0 は、画像 DB 2 2 から供給される J P E G データをハフマン復号し、得られた 3 種類の D C T 係数 (D C T ブロック) の内、輝度成分 Y の 1 2 2 8 8 個の D C T 係数 (D C T ブロック Y') を取り出し、隣り合った D C T 同士を、図 9 (B) , (C) に示したように、 6 1 4 4 個のペアにする。

【 0 1 0 9 】

抽出部 4 0 は、これらのペアそれぞれに含まれる 2 つの D C T ブロック (ブロック 1 , 2 ; 図 1 0) の埋め込みデータの埋め込みに用いられた D C T 係数の関係が、上記表 1 に示した規則 1 - 1 , 1 - 2 のいずれに該当するかを判断し、各ペアかに埋め込まれた埋め込みデータ (第 2 の埋め込みデータ) のビットの値 (1 , 0) を抽出する。

もし、2 つの D C T ブロック (D C T ブロック 1 , 2) の対応する D C T 係数が等しい場合 (例えば、 $A_1 = A_2$) には、この関係は規則 1 - 1 , 1 - 2 のいずれにも当てはまらないため、抽出部 4 0 は、直ちにこのペアに改変が加えられたと判断することができる。

【 0 1 1 0 】

図 2 2 は、埋込部 3 0 (図 2 , 3) が生成した J P E G データに、改変・誤りが加えられていない場合に、抽出部 4 0 が改変等がなされていない J P E G データに含まれる各ペアから抽出するビットの値を示す図である。

抽出部 4 0 が、埋込部 3 0 が生成した後、改変も誤りも加えられていない J P E G データに含まれる各ペア (第 2 の画像ブロック) から抽出した埋め込みデータのビットの値を、図 2 2 に示すように、各ペアに、埋め込みデータのいずれのビットが対応付けられているかに従って並べると、各埋め込みデータに対応するペアから抽出された全てのビットの値は一致する。

【 0 1 1 1 】

図 2 3 は、埋込部 3 0 (図 2 , 3) が生成した J P E G データに、改変・誤り

が加えられた場合に、抽出部 40 が改変等がなされた J P E G データに含まれる各ペアから抽出するビットの値を例示する図である。

なお、図 23 において、記号 A は、そのペアの D C T 係数の関係が表 1 に示した規則 1-1 に従うことを示し、記号 B は、そのペアの D C T 係数の関係が規則 1-2 に従うことを示し、記号 C は、そのペアの D C T 係数の関係が規則 1-1, 1-2 のいずれにも従わないことを示す。

【0112】

一方、例えば、抽出部 40 が、埋込部 30 が生成した後、改変等が加えられた J P E G データに含まれる各ペア（第 2 の画像ブロック）から抽出した埋め込みデータのビットの値を、図 22 と同様に、各ペアに、埋め込みデータのいずれのビットが対応付けられているかに従って並べると、図 23 に示すように、改変が加えられた部分の少数のペアから抽出されたビットは、図 23 中に太枠を付した値として示すように、改変が加えられていない他の多数のペアから抽出されたビットと異なる値を採り、不整合を生じる。

【0113】

さらに具体的に説明する。

図 23 に例示する場合において、埋め込みデータのビット 1 に対応する 63 個の多数のペア 11, 99, ... の D C T 係数の関係は規則 1-1 に従い、1 個（少数）のペア 399 のみが規則 1-2 に従う。

従って、このビット 1 の値は、多数のペアの D C T 係数の関係から、1 と判することができる。

【0114】

また、埋め込みデータのビット 2 に対応する 64 個のペアの内、1 個のペア 400 は、3 組の係数のいずれかの値が等しいなど、規則 1-1, 1-2 のいずれにも従わないので、直ちに、このペア 400 の部分に改変が加えられたと判断することができる。

ペア 400 を除いた残りの 63 個のペアの内、62 個の多数のペア 5, 126, ... の D C T 係数の関係が規則 1-2 に従い、1 個（少数）のペア 315 のみが規則 1-1 に従う。

従って、このビット 2 の値は、DCT 係数の関係が規則 1-1, 1-2 のいずれにも従わないペア 400 以外を除いた残りの 63 ペアの内、多数のペアの DCT 係数の関係から、0 と判することができる。

【0115】

以下、同様に、抽出部 40 は、規則 1-1, 1-2 のいずれにも従わず、直ちに改変が加えられたと判定できる q 個のペアを除いた残りの $(64 - q)$ 個のペアに埋め込まれたビットの値を抽出し、それらの多数決を取ることで、埋込部 30 が埋め込んだ埋め込みデータのビットの値と推定する。

【0116】

図 24 は、抽出部 40 (図 17, 18) が、図 19 に例示したように改変が加えられた JPEG データから、図 23 に例示したように改変等が加えられたペアを判定し、改変が加えられたペアの画像内における位置を示す 2 値画像を例示する図である。なお、説明の都合上、図 24 に示した例と、図 19 等に示した例とは、必ずしも一致しない。

このように、抽出部 40 は、図 24 に例示するように、多数決により推定された値と異なる値のビットが抽出されたペアが、画面内のいずれに位置するかを示す 2 値画像を生成する。

なお、抽出部 40 が生成した 2 値画像は、図 20 を参照して上述したように、元の画像と合成され、表示装置 100 (図 1) 等に表示される。

【0117】

図 25 (A) ~ (D) は、抽出部 40 (図 17, 18) が、図 19 に例示したように改変が加えられた JPEG データから、図 23 に例示したように改変等が加えられたペアを判定し、改変が加えられたペアが画像内において、いずれの範囲に存在するかを示すクラスタリング画像を例示する図である。なお、説明の都合上、図 25 (A) ~ (D) に示した例と、図 20 等に示した例とは、必ずしも一致しない。

また、抽出部 40 は、図 25 (A), (C) にそれぞれ例示するように、多数決により推定された値と異なる値のビットが抽出されたペアが、画面内のいずれの範囲に存在するかを判定し、それぞれ図 25 (B), (D) に例示するクラス

タリング画像を生成する。

なお、抽出部 4 0 が生成したクラスタリング画像は、図 2 1 を参照して上述したように、元の画像と合成され、表示装置 1 0 0 (図 1) 等に表示される。

【0 1 1 8】

〔抽出部 4 0 の構成部分〕

以下、再び図 1 7, 1 8 を参照して、抽出部 4 0 の各構成部分を説明する。

【0 1 1 9】

〔復号部 4 0 0〕

復号部 4 0 0 は、操作に応じた制御部 2 6 に制御に従って、画像 DB 2 2 から供給される J P E G データをハフマン復号し、復号の結果として得られた 3 種類の画像成分の内、クロマ成分 C_r , C_b を符号化部 4 0 4 に対して出力し、輝度成分 Y' を、画像分割部 4 0 2 に対して出力する。

【0 1 2 0】

〔画像分割部 4 0 2〕

画像分割部 4 0 2 は、復号部 4 0 0 から入力された輝度成分 Y' を、D C T 係数 (D C T ブロック) 単位に分割し、分割の結果として得られた D C T 係数 (D C T ブロック) を、埋込データ抽出部 4 2 に対して出力する。

【0 1 2 1】

〔埋込データ抽出部 4 2〕

埋込データ抽出部 4 2 は、画像分割部 4 0 2 から入力された輝度成分 Y' の D C T ブロックを 2 つずつ対応付けて、埋込部 3 0 においてと同様なペア (図 9 (B), (C) および図 1 0 等) とし、これらのペアに埋め込まれた埋め込みデータのビットの値を抽出し、図 2 2, 2 3 に例示した形式の抽出データとして改変検出部 4 4 に対して出力する。

また、埋込データ抽出部 4 2 は、画像分割部 4 0 2 から入力された輝度成分 Y' をそのまま、輝度成分 Y として符号化部 4 0 4 に対して出力する。

【0 1 2 2】

〔対応付部 4 2 6〕

対応付部 4 2 6 (図 1 8) は、画像分割部 4 0 2 から入力された 1 2 2 8 8 個

のDCT係数(DCTブロック)の内、隣り合った2つのDCTブロック(ブロック1, 2; 図9(B)等)同士を対応付け、6144個のDCT係数のペア(図9(B), (C))を生成し、データ抽出部428に対して出力する。

つまり、対応付部426は、埋込部30(図2, 3)の画像分割部320(図4)に対応し、画像分割部320と同様に、DCTブロックのペアを生成する。

【0123】

〔乱数発生部420〕

乱数発生部420は、鍵情報DB22(図2)から供給され、埋込部30が埋め込みデータの埋め込みに用いた鍵と同じ鍵を用いて、埋込部30においてと同じ方法により乱数RNを発生し、発生した乱数RNを、位置決め部422および抽出順序生成部424に対して出力する。

つまり、乱数発生部420は、埋込部30の乱数発生部322(図4)に対応し、乱数発生部322が用いる鍵と同一の鍵から、乱数発生部322と同一方法で同一の乱数を生成する。

【0124】

〔位置決め部422〕

位置決め部422は、乱数発生部420から入力された乱数RNから、ペアそれぞれに含まれる2つのDCTブロック(ブロック1, 2)のいずれのDCT係数が、埋込部30において埋め込みデータの埋め込みに用いられたかを示す位置データを生成し、データ抽出部428に対して出力する。

つまり、位置決め部422は、埋込部30の位置決め部324に対応し、位置決め部324が用いた乱数と同一の乱数から、位置決め部324と同一の位置データを生成する。

【0125】

〔抽出順序生成部424〕

上述したように、対応付部426からデータ抽出部428に入力される6144個のペアは、96個のペアを1組として、各組ごとに異なる順番で、各組に含まれる96個のペアそれぞれに、96ビットの埋め込みデータのビットそれぞれが対応付けられている。

抽出順序生成部 4 2 4 は、乱数発生部 4 2 0 から入力された乱数 R N から、いずれのペアに、9 6 ビットの埋め込みデータのいずれの順番のビットが対応付けられたかを示す順序データを生成し、データ抽出部 4 2 8 に対して出力する。

【0 1 2 6】

データ抽出部 4 2 8 は、対応付部 4 2 6 から入力されるペアそれぞれに含まれる 2 つの D C T ブロック（ブロック 1，2）において、位置決め部 4 2 2 から入力される位置データが示す相互に対応する D C T 係数（図 1 0 等）同士の値の関係が、上記表 1 に示した規則 1－1，1－2 のいずれと一致するかを判定し、各ペアに埋め込まれた埋め込みデータのビットの値を抽出する。

さらに、データ抽出部 4 2 8 は、抽出したビットの値を、抽出順序生成部 4 2 4 から入力される順序に従って並び替え、図 2 2，2 3 に例示した形式の抽出データを生成し、抽出順序生成部 4 2 4 に対して出力する。

【0 1 2 7】

データ抽出部 4 2 8 のビット抽出処理を、図 2 6 を参照してさらに説明する。

図 2 6 は、図 1 8 に示したデータ抽出部 4 2 8 が、各ペアに埋め込まれた埋め込みデータのビットを抽出する処理を示すフローチャートである。

図 2 6 に示すように、ステップ 1 2 0（S 1 2 0）において、データ抽出部 4 2 8 は、6 1 4 4 個のペアを示す変数 i に 1 を代入し、初期設定を行う。

【0 1 2 8】

ステップ 1 2 2（S 1 2 2）において、データ抽出部 4 2 8 は、変数 i が示す第 i 番目のペアを抽出対象として取り出す。

【0 1 2 9】

ステップ 1 2 4（S 1 2 4）において、データ抽出部 4 2 8 は、取り出した抽出対象のペアに含まれる 2 つの D C T ブロック（ブロック 1，2）において、位置決め部 4 2 2 から入力される位置データが示す D C T 係数の関係が、上記表 1 に示した規則 1－1，1－2 のいずれに当てはまるかを判定し、規則 1－1 に当てはまる場合には、第 i 番目のペアから値 1 のビットを抽出し、規則 1－2 に当てはまる場合には、値 0 のビットを抽出する。

さらに、データ抽出部 4 2 8 は、抽出順序生成部 4 2 4 から入力される順序デ

ータに基づいて、抽出したビットの値が、埋め込みデータのいずれのビットに対応するかを判定し、抽出データ（図 2 2， 2 3）中の判定の結果として得られた位置に、抽出したビットの値（1， 0）を書き込む。

【 0 1 3 0 】

ステップ 1 2 6（S 1 2 6）において、データ抽出部 4 2 8 は、変数 i が 6 1 4 4 であるか否か、つまり、全てのペアからのビットの抽出が終了したか否かを判断し、終了した場合には処理を終了し、これ以外の場合には変数 i を 1 増やして S 1 2 2 の処理に進む。

【 0 1 3 1 】

全てのペアからビットの抽出が完了すると、データ抽出部 4 2 8 は、図 2 2， 2 3 に例示した抽出データにおいて、9 6 ビットの埋め込みデータのビットそれぞれに対応して抽出された 6 4 個の値の多数決を採り、埋込部 3 0（図 2， 3）において埋め込まれた埋め込みデータを推定し、各ペアを輝度成分 Y として符号化部 4 0 4 に対して出力する。

【 0 1 3 2 】

[符号化部 4 0 4]

符号化部 4 0 4（図 1 7）は、復号部 4 0 0 から入力されたクロマ成分 C_r ， C_b および符号化部 4 0 4 から入力された輝度成分 Y をハフマン符号化して、J P E G データを生成し、画像合成部 4 0 6 に対して出力する。

【 0 1 3 3 】

[改変検出部 4 4]

改変検出部 4 4 は、データ抽出部 4 2 8 から入力された抽出データ（図 2 2， 2 3）から、図 2 4 に示した 2 値画像を生成し、画像合成部 4 0 6 に対して出力する。

【 0 1 3 4 】

[クラスタリング部 4 6]

クラスタリング部 4 6 は、改変検出部 4 4 から入力された 2 値画像において、改変等がなされたことが示されている範囲を示すクラスタリング画像（図 2 5）を生成し、画像合成部 4 0 6 に対して出力する。

【0135】

〔画像合成部406〕

画像合成部406は、操作入力に応じた制御部26の制御に従って、符号化部404から入力されるJPEGデータを伸長し、図5あるいは図19（C）等に例示した画像を生成し、生成した画像をそのまま表示装置100（図1）に表示する。

あるいは、画像合成部406は、改変検出部44から入力された2値画像、あるいは、クラスタリング部46から入力されたクラスタリング画像と、伸長の結果として得られた画像とを合成し、図20あるいは図21に例示した画像を生成し、画像中において改変等がなされた部分を表示装置100に表示する。

あるいは、画像合成部406は、改変検出部44から入力された2値画像、あるいは、クラスタリング部46から入力されたクラスタリング画像を、そのまま表示装置100に表示して、画像中のいずれの範囲に改変等がなされたかを示す。

【0136】

〔画像改変判定装置1の埋め込みデータ埋め込み処理〕

以下、図27を参照して、画像改変判定装置1による埋め込みデータの埋め込み処理を、全体を通して説明する。

図27は、図1に示した画像改変判定装置1による埋め込みデータの埋め込み処理（S20）を示すフローチャートである。

【0137】

ステップ200（S200）において、復号部300（図3）は、カメラIF104等を介して供給されるJPEGデータをハフマン復号し、輝度成分Yの12288個のDCT係数（DCTブロック）を、データ埋込部32に対して出力する。

画像分割部320は、入力されたDCT係数（DCTブロック；図9（A））を、6144個のペア（図9（B），（C））に分割して、係数操作部328に対して出力する。

乱数発生部322は、鍵情報DB22（図2）から入力される鍵を用いて乱数

を発生し、発生した乱数RNを位置決め部324およびスクランブル部326に
対して出力する。

【0138】

位置決め部324は、乱数発生部322から入力される乱数RNを用いて、埋
め込みデータの埋め込みに用いられるDCT係数の位置を示す位置データを生成
し、係数操作部328に対して出力する。

スクランブル部326は、乱数発生部322から入力される乱数RNを用いて
、埋込データ生成部20（図2）から入力される96ビットの埋め込みデータを
スクランブル処理し、係数操作部328に対して出力する。

【0139】

ステップ12（S12）において、まず、係数操作部328（図4）は、各ペ
アにおいて、埋め込みデータを埋め込むための操作の対象となるDCT係数（A
₁、A₂、B₁、B₂、C₁、C₂；図10等）を、位置決め部324から入力される
位置データに基づいて選択する。

さらに、係数操作部328は、各ペアを、スクランブル部326から入力され
る埋め込みデータの各ビットと対応付け、図15に示した埋め込みテーブルを作
成する。

さらに、係数操作部328は、埋め込みテーブルから操作の対象となるDCT
係数と、埋め込むビットとを順次、取り出し、上記表1に示した規則1-1、1
-2に従って、図11（A）、（B）～図14に例示したように、各ペアに埋め
込みデータの各ビットを埋め込む。

【0140】

全てのペアへのビットの埋め込みが終了すると、ステップ202（S202）
において、符号化部304（図3）は、埋め込みデータが埋め込まれた輝度成分
のDCT係数（DCTブロック）と、復号部300から入力されるその他の成分
のDCT係数とをハフマン符号化し、JPEGデータを生成して画像DB22（
図2）に対して出力する。

画像DB22は、埋込部30から入力されたJPEGデータを記憶・管理する

。

【 0 1 4 1 】

〔画像改変判定装置 1 の埋め込みデータ抽出処理〕

以下、図 2 8 を参照して、画像改変判定装置 1 による埋め込みデータの抽出処理を、全体を通して説明する。

図 2 8 は、図 1 に示した画像改変判定装置 1 による埋め込みデータの抽出処理（S 2 2）を示すフローチャートである。

【 0 1 4 2 】

ステップ 2 2 0（S 2 2 0）において、復号部 4 0 0（図 1 7）は、画像 DB 2 2 から供給される J P E G データをハフマン復号し、輝度成分 Y' を、画像分割部 4 0 2 に対して出力する。

画像分割部 4 0 2 は、輝度成分 Y' を 1 2 2 8 8 個の D C T 係数（D C T ブロック）に分割して、埋込データ抽出部 4 2 に対して出力する。

埋込データ抽出部 4 2 において、対応付部 4 2 6 は、隣り合った D C T 係数（D C T ブロック；図 9（A））を 2 つずつ対応付けて、6 1 4 4 個のペア（図 9（B），（C））を作成し、データ抽出部 4 2 8 に対して出力する。

乱数発生部 4 2 0（図 1 8）は、鍵情報 DB 2 2（図 2）から入力される鍵を用いて乱数を発生し、発生した乱数 R N を位置決め部 4 2 2 および抽出順序生成部 4 2 4 に対して出力する。

【 0 1 4 3 】

位置決め部 4 2 2 は、乱数発生部 4 2 0 から入力される乱数 R N を用いて、埋め込みデータの埋め込みに用いられる D C T 係数の位置を示す位置データを生成し、データ抽出部 4 2 8 に対して出力する。

抽出順序生成部 4 2 4 は、乱数発生部 3 2 2 から入力される乱数 R N を用いて、各ペアに、いずれの埋め込みデータのビットが対応付けられているかを示す順序データを生成し、データ抽出部 4 2 8 に対して出力する。

【 0 1 4 4 】

ステップ 1 2（S 1 2）において、図 2 6 に示したように、データ抽出部 4 2 8 は、ペアを順次、取り出して抽出対象とし、位置決め部 4 2 2 から入力される位置データが示す 2 つの D C T ブロック（ブロック 1，2）の D C T 係数の値の

関係が、上記表 1 に示した規則 1－1， 1－2 のいずれに当てはまるかに応じて、各ペアに埋め込まれたビットの値を抽出する。

さらに、データ抽出部 4 2 8 は、抽出順序生成部 4 2 4 から入力される順序データに基づいて、抽出したビットの値が、埋め込みデータのいずれのビットに対応するかを判定し、抽出データ（図 2 2， 2 3）中の判定の結果として得られた位置に、抽出したビットの値（1， 0）を書き込む。

【0 1 4 5】

全てのペアからのビットの値の抽出が終了すると、ステップ 2 2 2（S 2 2 2）において、データ抽出部 4 2 8 は、図 2 2， 2 3 に例示した抽出データにおいて、9 6 ビットの埋め込みデータのビットそれぞれに対応して抽出された 6 4 個の値の多数決を採り、埋込部 3 0（図 2， 3）において埋め込まれた埋め込みデータを推定する。

さらに、符号化部 4 0 4（図 1 7）は、復号部 4 0 0 から入力されたクロマ成分 C r， C b および符号化部 4 0 4 から入力された輝度成分 Y をハフマン符号化して、J P E G データを生成し、画像合成部 4 0 6 に対して出力する。

【0 1 4 6】

ステップ 2 2 4（S 2 2 4）において、改変検出部 4 4 は、データ抽出部 4 2 8 から入力された抽出データ（図 2 2， 2 3）から、図 2 4 に示した 2 値画像を生成し、画像合成部 4 0 6 に対して出力する。

クラスタリング部 4 6 は、改変検出部 4 4 から入力された 2 値画像において、改変等がなされたことが示されている範囲を示すクラスタリング画像（図 2 5）を生成し、画像合成部 4 0 6 に対して出力する。

画像合成部 4 0 6 は、操作入力に応じた制御部 2 6 の制御に従って、例えば、改変検出部 4 4 から入力された 2 値画像、あるいは、クラスタリング部 4 6 から入力されたクラスタリング画像と、伸長の結果として得られた画像とを合成し、図 2 0 あるいは図 2 1 に例示した画像を生成し、画像中において改変等がなされた部分を表示装置 1 0 0 に表示する。

【0 1 4 7】

〔変形例〕

以下、本発明の第 1 実施形態の変形例を説明する。

【0 1 4 8】

〔画像データの領域〕

ここまで説明した第 1 実施形態においては、画像データの全領域をペアに分割し、画像データの全領域に対して改変の判定を行う場合を具体例としたが、画像データの分割および改変の判定は、画像データの一部の領域に対して行っても、分割した領域と改変を判定する領域とが一致しなくてもよい。

【0 1 4 9】

〔DCT 以外の変換方式〕

また、第 1 実施形態においては、画像データの圧縮符号化のために DCT 処理を行う場合について説明したが、本発明にかかる改変判定方法は、DCT 処理ではなく、例えばウェーブレット変換、フーリエ変換および FFT（高速フーリエ変換）といった、空間領域のデータを周波数領域のデータに変換する空間・周波数変換を用いて画像データを圧縮符号化する場合にも、ほとんど変更なしに応用することができる。

【0 1 5 0】

〔輝度成分以外への埋め込み〕

また、第 1 実施形態においては、輝度成分 Y の DCT 係数に埋め込みデータを埋め込む場合を説明したが、本発明にかかる改変判定方法は、クロマ成分 Cr, Cb に埋込データを埋め込む場合にも応用可能である。

また、本発明にかかる改変判定方法は、RGB 画像データ等、他の形式の画像データに対して適用できることは言うまでもない。

【0 1 5 1】

〔DCT ブロックの対応付け〕

また、第 1 実施形態においては、DCT ブロックの対応付けを、隣接した 2 つの DCT ブロック同士を対応付けることにより行ったが、例えば、乱数を用いて、1 2 2 8 8 個の DCT ブロックの 2 つをランダムに選択し、対応付けしてペアとしてもよい。

また、図 4 に点線で示したように、乱数発生部 3 2 2 から画像分割部 3 2 0 に

乱数RNを供給し、画像分割部320が、この乱数RNを用いて、ランダムに2つつDCT係数(DCTブロック)を選択してペアを作成するようにしてもよい。

【0152】

また、図18に点線で示したように、乱数発生部420から対応付部426に乱数RNを供給し、対応付部426が、この乱数RNを用いて、画像分割部320が対応付けたペアを再現するようにしてもよい。

また、埋込データのスクランブル方法は、第1実施形態として示した方法に限定されず、96ビットの埋込データの各ビットが、6144のペアに対して64回ずつ割り当てられるような方法であればよい。

【0153】

〔画像データ以外への適用〕

また、本発明にかかる埋込・判定プログラム2を適切に変形することにより、画像データの他、音声データ等、他の種類のコンテンツデータのいずれの部分に改変が加えられたかを判定する用途に応用することができる。

【0154】

音声データに対して本発明を応用する場合を例としてさらに説明する。

音声データは、連続するサンプル点を1ブロックとして処理することができ、例えば、サンプリング周波数44.1kHzの音声データ、1024個ずつを1つのブロックとすれば、1秒分の音声データには、44個の音声データブロックが含まれることになる。

これらの音声データブロックをFFTなどにより周波数領域のデータブロックに変換すると、第1実施形態と同様な方法により埋込データを埋め込むことができ、埋め込んだデータを用いて改変を検出することができる。

【0155】

〔複数の改変判定装置1の接続方法〕

図29は、それぞれ画像DB24(24-1~24-n)を有する複数の画像改変判定装置1(1-1~1-n)を接続した改変判定システム4の構成を示す図である。

なお、図 2 9 に示すように、それぞれ画像 DB 2 4 (2 4 - 1 ~ 2 4 - n) および埋込・抽出部 3 (3 - 1 ~ 3 - n) を 1 つずつ含む複数の画像改変判定装置 1 - 1 ~ 1 - n を、通信装置 1 1 6 (図 1 ; 図 2 9 において図示せず) を介して接続して、各画像改変判定装置 1 - 1 ~ 1 - n で画像データに加えられた改変を検出する場合には、各画像 DB 2 4 - 1 ~ 2 4 - n において記憶・管理される画像データと、その鍵とを、画像改変判定装置 1 - 1 の鍵情報 DB 2 2 - 1 により一元管理し、各画像改変判定装置 1 - 1 ~ 1 - n に対して鍵を配送すると、高いセキュリティを確保することができる。

【0 1 5 6】

[第 2 実施形態]

以下、図 3 0 ~ 図 3 9 をさらに参照して、本発明の第 2 の実施形態を説明する。

【0 1 5 7】

[埋込・判定プログラム 5]

図 3 0 は、図 1 に示した画像改変判定装置 1 が実行し、本発明にかかる第 2 の改変判定方法を実現する埋込・判定プログラム 5 の構成を示す図である。

図 3 0 に示すように、埋込・判定プログラム 5 は、図 2 に示した埋込・判定プログラム 2 の埋込部 3 0 を埋込部 5 0 に、抽出部 4 0 を抽出部 6 0 に置換した構成を採り、RGB ビットマップ形式等の非圧縮画像データに対して、埋込・判定プログラム 2 (図 2) と同様の処理を行う。

【0 1 5 8】

図 3 1 は、図 3 0 に示した埋込・判定プログラム 5 が処理の対象とする非圧縮画像データを例示する図である。

図 3 2 は、図 3 0 に示した埋込・判定プログラム 5 が処理の単位とする 2 × 2 画素構成の画素ブロックを示す図である。

図 3 3 は、2 × 2 画素構成の画素ブロック (図 3 2) に分割された非圧縮画像データ (図 3 1) を示す図である。

【0 1 5 9】

[データの埋め込み]

埋込・判定プログラム5において、埋込部50は、図31に例示した 192×256 画素構成のRGBビットマップ形式の非圧縮画像データのR成分を、図32に示す 2×2 (A, B, C, D) 画素構成の画素ブロックに分割し、図33に示すように12288個の画素ブロックを生成する。

【0160】

図34は、図33に示した画素ブロックそれぞれに対する埋め込みデータのビットの対応付けを示す図である。

図35 (A), (B) および図36は、図30に示した埋込部50が、値1のビットを図32に示した画素ブロックに埋め込む処理を示す図であって、図35 (A), (B) は、値1のビットを埋め込むために画素値を操作する場合を示し、図36は、値1のビットを埋め込むために操作しない場合を示す。

図34に示すように、埋込部50 (図30) は、埋込・判定プログラム2 (図2) と同様に、図33に示した画素ブロックそれぞれに、スクランブルした96ビットの埋め込みデータの各ビットを対応付る。

埋込部50は、図35 (A), (B) および図36に例示するように、その画素ブロックに対応付けられた埋め込みデータのビット値が1である場合には、 2×2 画素構成の画素ブロックの4個の画素 (A~D) の値の全てが偶数値になり、しかも、変更前と変更後の画素値の差が最も小さくなるように、画素A~Dの値を操作する。

【0161】

図37 (A), (B) および図38は、図30に示した埋込部50が、値0のビットを図32に示した画素ブロックに埋め込む処理を示す図であって、図37 (A), (B) は、値1のビットを埋め込むために画素値を操作する場合を示し、図38は、値1のビットを埋め込むために操作しない場合を示す。

【0162】

あるいは、埋込部50は、図37 (A), (B) および図38に例示するように、その画素ブロックに対応付けられた埋め込みデータのビット値が0である場合には、 2×2 画素構成の画素ブロックの4個の画素 (A~D) の値の全てが奇数値になり、しかも、変更前と変更後の画素値の差が最も小さくなるように、画

素A～Dの値を操作する。

以上説明したように埋め込みデータが埋め込まれた非圧縮画像データは、画像DB 2 4に記憶・管理される。

【0 1 6 3】

[改変の検出]

以下、図3 9を参照して、図3 0に示した抽出部6 0が、埋込部5 0により埋め込みデータが埋め込まれた非圧縮画像データに改変加えられたか否かを検出する処理を説明する。

図3 9は、図3 0に示した抽出部6 0の処理を例示する図である。

なお、図3 9においても、図2 3においてと同様に、記号Aは、その画素ブロックの4つの画素値の全てが偶数であり、値1のビットが埋め込まれていることを示し、記号Bは、その画素ブロックの4つの画素値の全てが奇数であり、値0のビットが埋め込まれていることを示し、記号Cは、その画素ブロックの4つの画素値が偶数と奇数とを含むことを示し、太枠は、不整合を生じている画素ブロックを示す。

【0 1 6 4】

抽出部6 0は、埋め込みデータが埋め込まれた非圧縮画像データのR成分を、埋込部5 0と同様に、図3 3に示したように、2×2画素構成の画素ブロック（図3 2）に分割する。

次に、抽出部6 0は、画素ブロックそれぞれの4個の画素値がビット値1を表すか、ビット値0を表すかを判断し、図3 9に示すように、抽出部4 0（図2）と同様に多数決をとる処理（図2 3）を行って埋め込みデータを抽出し、いずれの画素ブロックに改変が加えられたかを判定する。

さらに、抽出部6 0は、抽出部4 0（図2）と同様に、改変が加えられた部分に、2値画像（図2 0）や、クラスタリング画像（図2 1）を付加してユーザに示す。

【0 1 6 5】

以上説明したように、本発明にかかる改変判定方法は、第1の実施形態として、示した圧縮画像データに対する応用の他、非圧縮画像データに対しても応用する

ことができ、また、DCT処理などにより空間領域から周波数領域に変換した画像データ以外にも応用することができる。

また、第2の実施形態として示したように、8×8画素ブロックに限らず、2×2画素ブロック構成等、本発明にかかる改変判定方法は、他の構成の画像ブロックを単位として改変の有無を判定することができる。

【0166】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明にかかる改変判定装置およびその方法によれば、単にコンテンツデータに対して改変が加えられているか否かを判定することができるだけでなく、さらに、コンテンツデータのいずれの部分に改変が加えられているかまでを判定することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明にかかる第1の改変判定方法を実現する画像改変判定装置の構成を示す図である。

【図2】

図1に示した画像改変判定装置が実行し、本発明にかかる改変判定方法を実現する埋込・判定プログラムの構成を示す図である。

【図3】

図2に示した埋込部30の構成を示す図である。

【図4】

図3に示したデータ埋込部32の構成を示す図である。

【図5】

デジタルカメラ（図1）が撮影した非圧縮画像データを例示する図である。

【図6】

（A）は、図5に例示した非圧縮画像データの一部を示す図であり、（B）は、（A）に例示した非圧縮画像データ（部分）に含まれるDCTブロック（マクロブロック）を示す図であり、（C）は、（B）に示したDCTブロックそれぞれに含まれる8画素×8画素構成の画素を示す図である。

【図 7】

図 1 に示したデジタルカメラが生成した J P E G 方式の圧縮画像データを示す図である。

【図 8】

図 3 に示した復号部のハフマン復号処理を示す図である。

【図 9】

(A) は、デジタルカメラから入力される圧縮画像データを復号部がハフマン復号して得られる輝度信号 Y の D C T 係数を示す図であり、(B) は、(A) に示した輝度信号 Y の D C T 係数の内、それぞれ隣り合う 2 組を対応付ける方法を示す図であり、(C) は、(B) に示した方法により対応付けられた D C T 係数のペアを示す図である。

【図 1 0】

図 2, 3 に示した埋込部が 1 つのペア (図 9 (A), (B)) に含まれる D C T ブロック (ブロック 1, 2) それぞれから選択した相互に対応する D C T 係数を例示する図である。

【図 1 1】

(A), (B) は、図 1 0 に例示したように選択されたブロック 1, 2 それぞれの D C T 係数を、埋め込みデータのビット (値 1) を埋め込むために、D C T 係数の数値を変更する必要がある場合について例示する図である。

【図 1 2】

図 1 0 に例示したように選択されたブロック 1, 2 それぞれの D C T 係数を、埋め込みデータのビット (値 1) を埋め込むために、D C T 係数の数値を変更する必要がない場合について例示する図である。

【図 1 3】

(A), (B) は、図 1 0 に例示したように選択されたブロック 1, 2 それぞれの D C T 係数を、埋め込みデータのビット (値 0) を埋め込むために、D C T 係数の数値を変更する必要がある場合について例示する図である。

【図 1 4】

図 1 0 に例示したように選択されたブロック 1, 2 それぞれの D C T 係数を、

埋め込みデータのビット（値 0）を埋め込むために、DCT 係数の数値を変更する必要がない場合について例示する図である。

【図 1 5】

埋込部（図 2，3）が、DCT ブロックに対して埋め込みデータを埋め込むために用いられる埋め込みテーブルを例示する図表である。

【図 1 6】

図 4 に示した係数操作部が、DCT ブロックのペアに埋め込みデータを埋め込む処理（S 1 0）を示す図である。

【図 1 7】

図 2 に示した抽出部の構成を示す図である。

【図 1 8】

図 1 3 に示した埋め込みデータ抽出部の構成を示す図である。

【図 1 9】

（A）は、埋込部（図 2，3）が埋め込みデータを埋め込んだ J P E G データを伸長した画像を例示する図であり、（B）は、（A）に示した画像に加えられた改変を例示する図であり、（C）は、改変後の画像を例示する図である。

【図 2 0】

改変が加えられた部分を示す 2 値画像を、元の画像と合成して示す画像を例示する図である。

【図 2 1】

クラスタリング処理により、改変が加えられた範囲を示す画像を、元の画像と合成して示す画像を例示する図である。

【図 2 2】

埋込部（図 2，3）が生成した J P E G データに、改変・誤りが加えられていない場合に、抽出部が改変等がなされていない J P E G データに含まれる各ペアから抽出するビットの値を示す図である。

【図 2 3】

埋込部（図 2，3）が生成した J P E G データに、改変・誤りが加えられた場合に、抽出部が改変等がなされた J P E G データに含まれる各ペアから抽出する

ビットの値を例示する図である。

【図 2 4】

抽出部（図 1 7， 1 8）が、図 1 9 に例示したように改変が加えられた J P E G データから、図 2 3 に例示したように改変等が加えられたペアを判定し、改変が加えられたペアの画像内における位置を示す 2 値画像を例示する図である。

【図 2 5】

（A）～（D）は、抽出部（図 1 7， 1 8）が、図 1 9 に例示したように改変が加えられた J P E G データから、図 2 3 に例示したように改変等が加えられたペアを判定し、改変が加えられたペアが画像内において、いずれの範囲に存在するかを示すクラスタリング画像を例示する図である。

【図 2 6】

図 1 8 に示したデータ抽出部が、各ペアに埋め込まれた埋め込みデータのビットを抽出する処理を示すフローチャートである。

【図 2 7】

図 1 に示した画像改変判定装置による埋め込みデータの埋め込み処理（S 2 0）を示すフローチャートである。

【図 2 8】

図 1 に示した画像改変判定装置による埋め込みデータの抽出処理（S 2 2）を示すフローチャートである。

【図 2 9】

それぞれ画像 D B を有する複数の画像改変判定装置を接続した改変判定システムの構成を示す図である。

【図 3 0】

図 1 に示した画像改変判定装置が実行し、本発明にかかる第 2 の改変判定方法を実現する埋込・判定プログラムの構成を示す図である。

【図 3 1】

図 3 0 に示した埋込・判定プログラムが処理の対象とする非圧縮画像データを例示する図である。

【図 3 2】

図 3 0 に示した埋込・判定プログラムが処理の単位とする 2×2 画素構成の画素ブロックを示す図である。

【図 3 3】

2×2 画素構成の画素ブロック（図 3 2）に分割された非圧縮画像データ（図 3 1）を示す図である。

【図 3 4】

図 3 3 に示した画素ブロックそれぞれに対する埋め込みデータのビットの対応付けを示す図である。

【図 3 5】

（A），（B）は、図 3 0 に示した埋込部が、値 1 のビットを図 3 2 に示した画素ブロックに埋め込む処理を示す図であって、画素値を操作する場合を示す図である。

【図 3 6】

図 3 0 に示した埋込部が、値 1 のビットを図 3 2 に示した画素ブロックに埋め込む処理を示す図であって、画素値を操作しない場合を示す。

【図 3 7】

（A），（B）は、図 3 0 に示した埋込部が、値 0 のビットを図 3 2 に示した画素ブロックに埋め込む処理を示す図であって、画素値を操作する場合を示す図である。

【図 3 8】

図 3 0 に示した埋込部が、値 0 のビットを図 3 2 に示した画素ブロックに埋め込む処理を示す図であって、画素値を操作しない場合を示す。

【図 3 9】

図 3 0 に示した抽出部の処理を例示する図である。

【符号の説明】

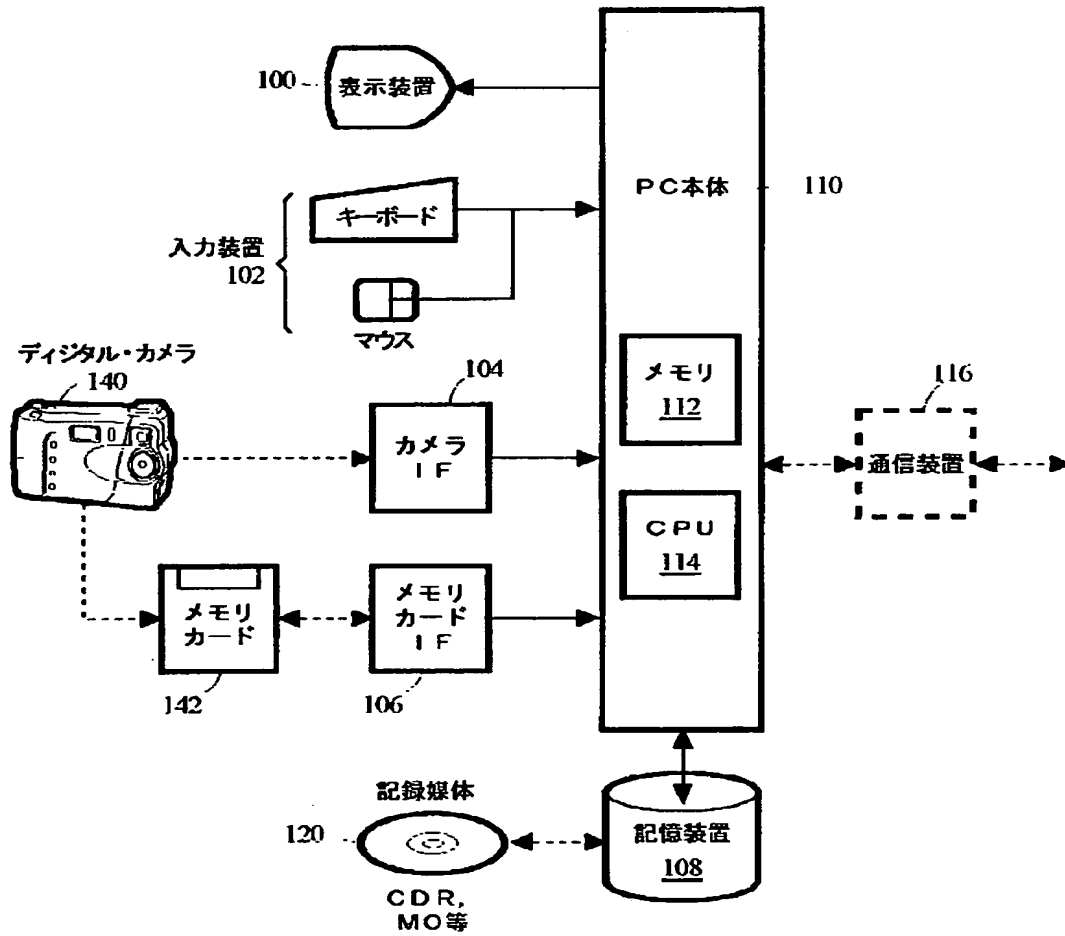
- 1， 1－1～1－n・・・画像改変判定装置
- 1 0 0・・・表示装置
- 1 0 2・・・入力装置
- 1 0 4・・・カメラ I F

- 106・・・メモ리카ード I F
- 108・・・記憶装置
- 110・・・PC本体
 - 112・・・メモリ
 - 114・・・CPU
- 116・・・通信装置
- 120・・・記録媒体
- 140・・・デジタルカメラ
- 142・・・メモ리카ード
- 2, 5・・・埋込・判定プログラム
 - 3, 3-1~3-n・・・埋込・抽出部
 - 20・・・埋込データ生成部
 - 22, 22-1・・・鍵情報DB
 - 24, 24-1~24-n・・・画像DB
 - 26・・・制御部
 - 30, 50・・・埋込部
 - 300・・・復号部
 - 32・・・データ埋込部
 - 320・・・画像分割部
 - 322・・・乱数発生部
 - 324・・・位置決め部
 - 326・・・スクランブル部
 - 328・・・係数操作部
 - 304・・・符号化部
 - 40, 60・・・抽出部
 - 400・・・復号部
 - 402・・・画像分割部
 - 404・・・符号化部
 - 406・・・画像合成部

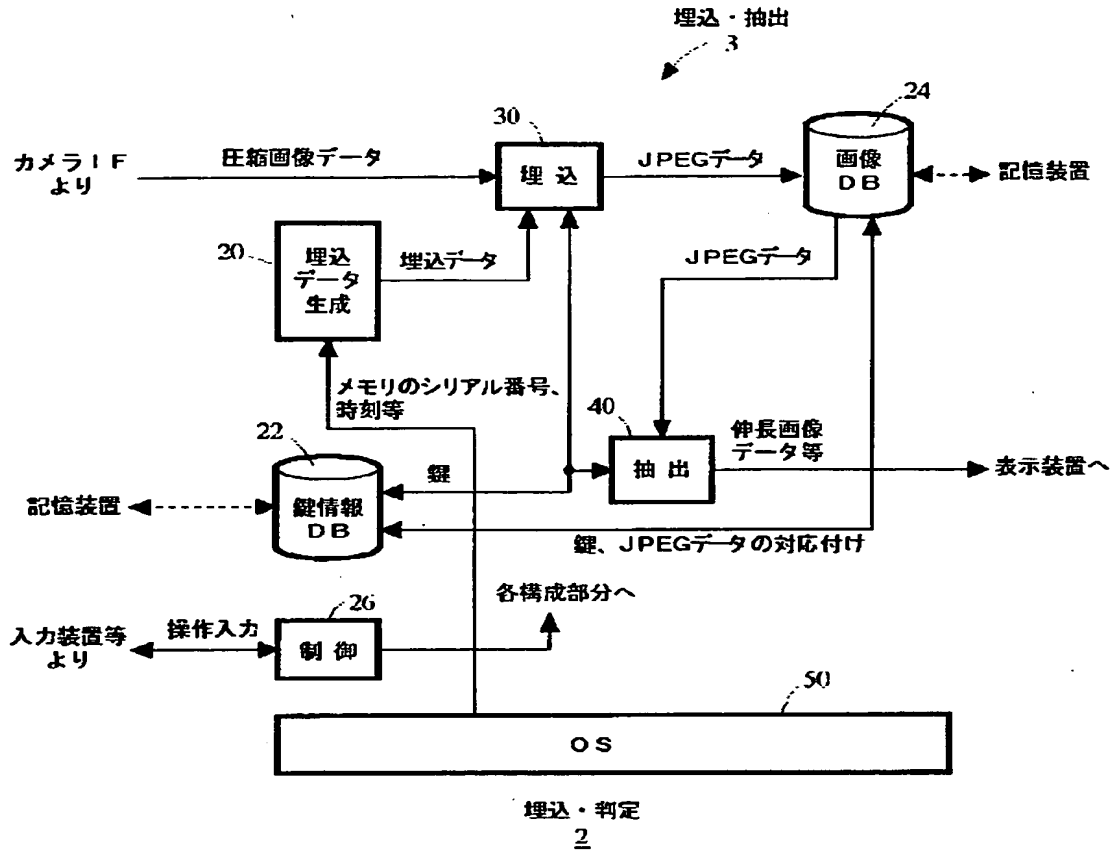
4 2 . . . 埋込データ抽出部
4 2 0 . . . 乱数発生部
4 2 2 . . . 位置決め部
4 2 4 . . . 抽出順序生成部
4 2 6 . . . 対応付部
4 2 8 . . . データ抽出部
4 4 . . . 改変検出部
4 6 . . . クラスタリング部
5 0 . . . O S

【書類名】 図面

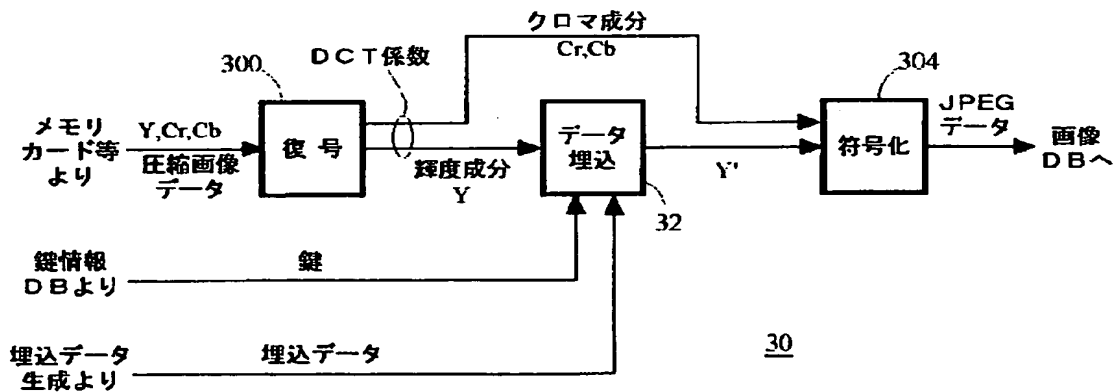
【図 1】



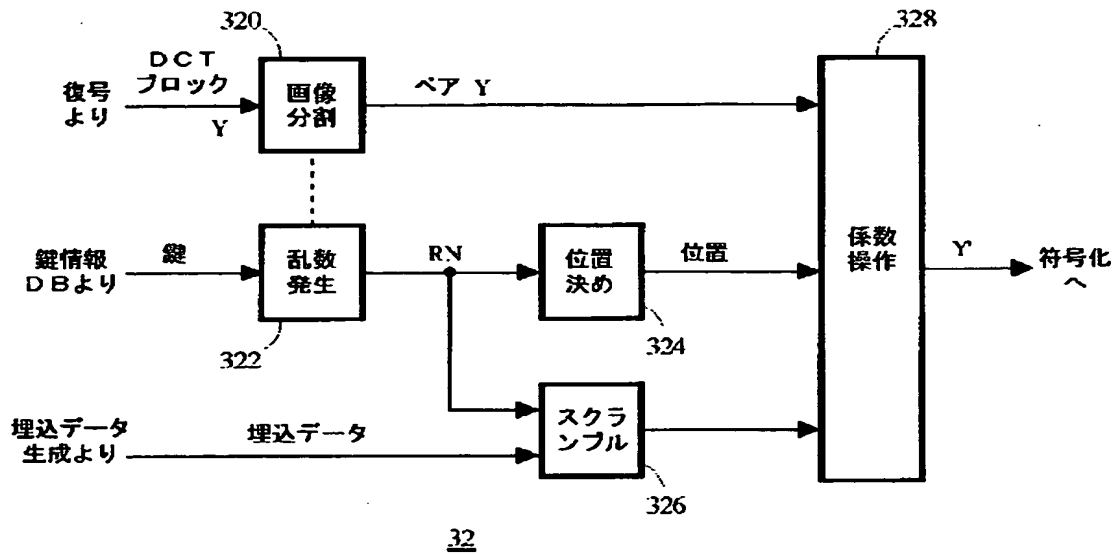
【図 2】



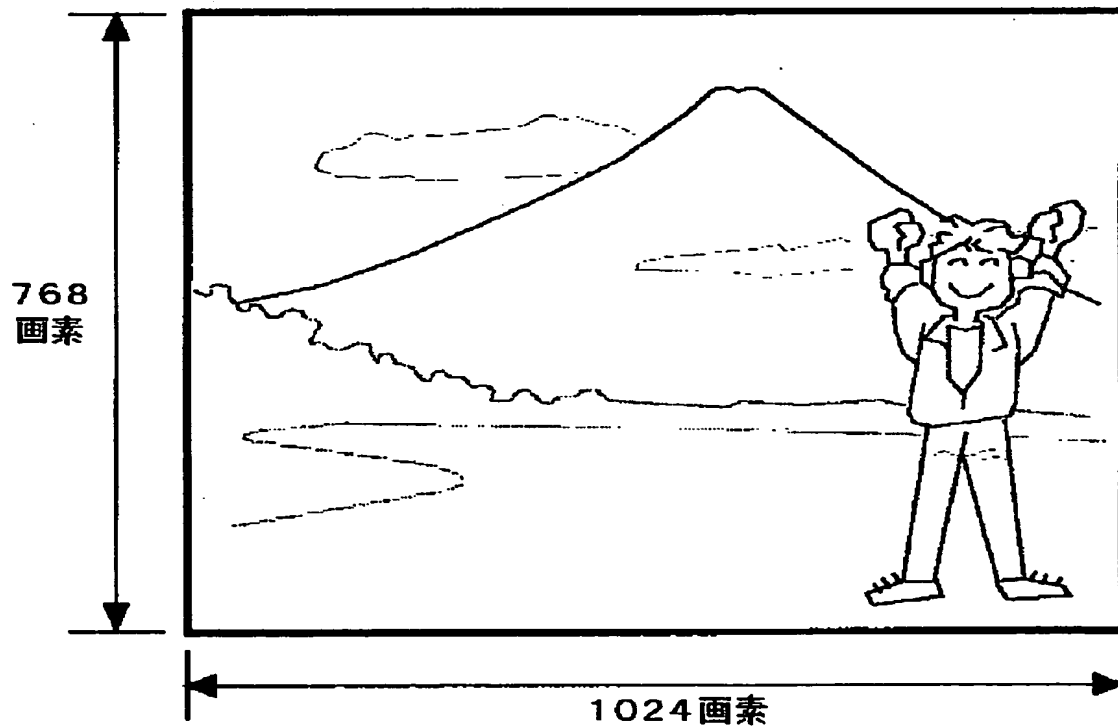
【図 3】



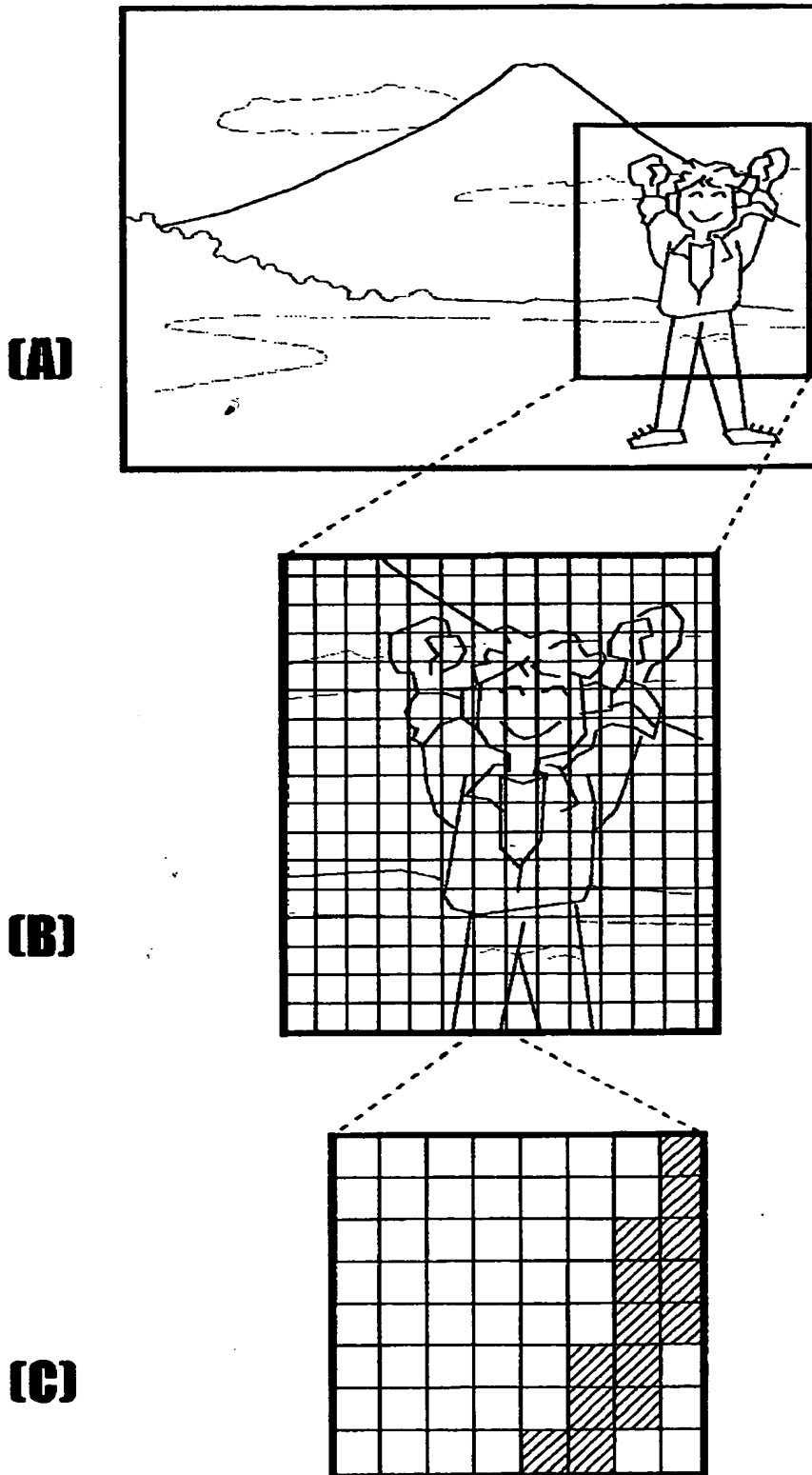
【図 4】



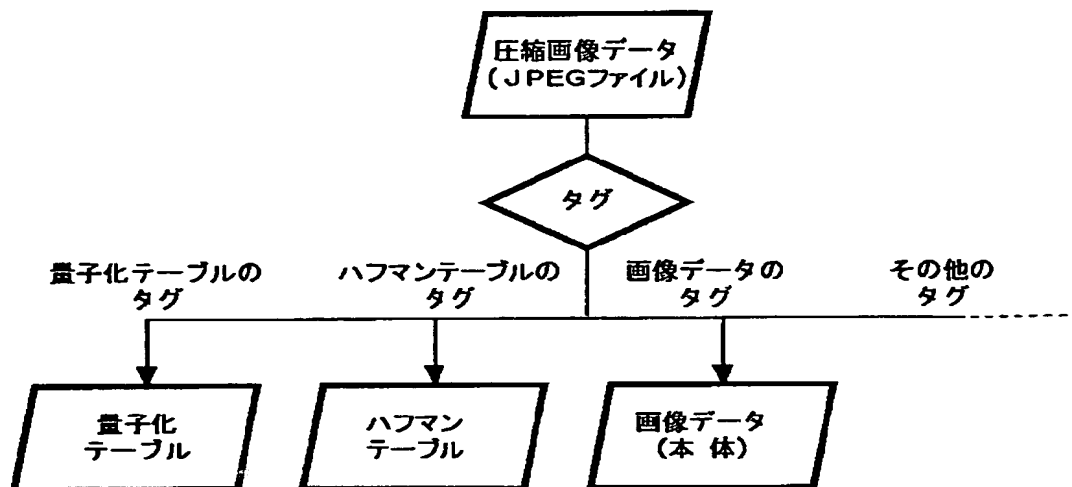
【図 5】



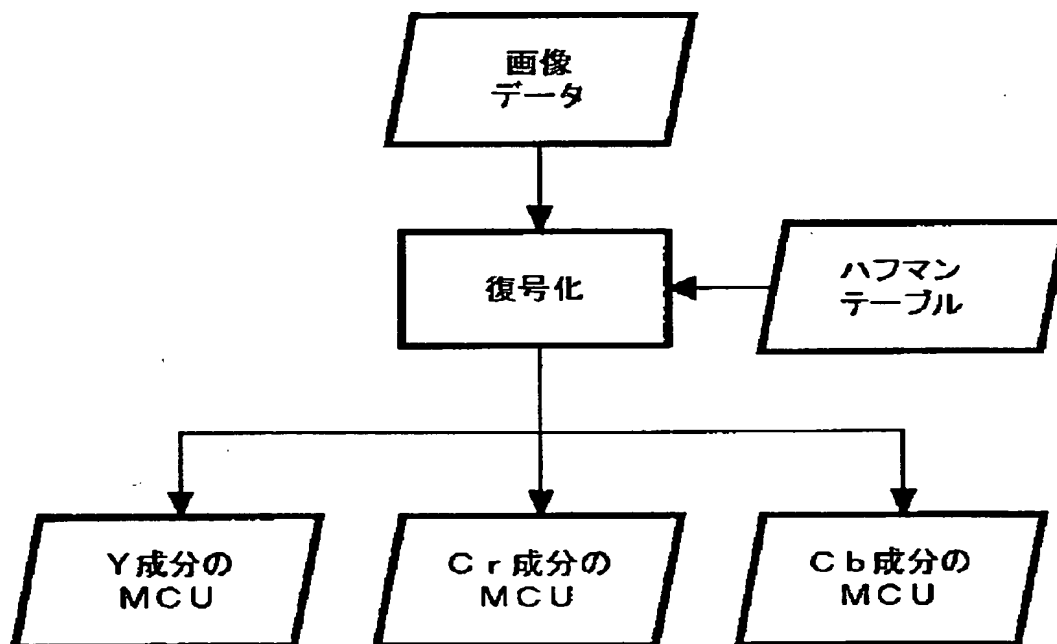
【図 6】



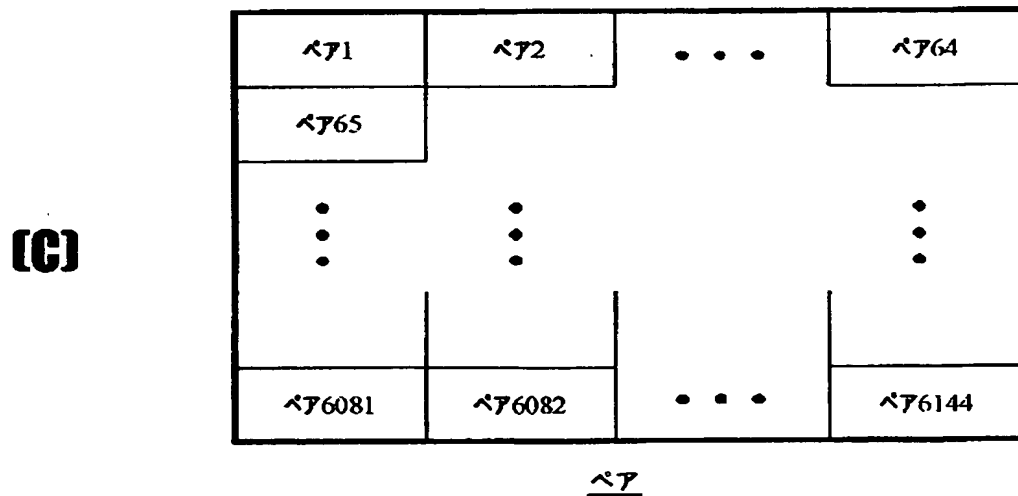
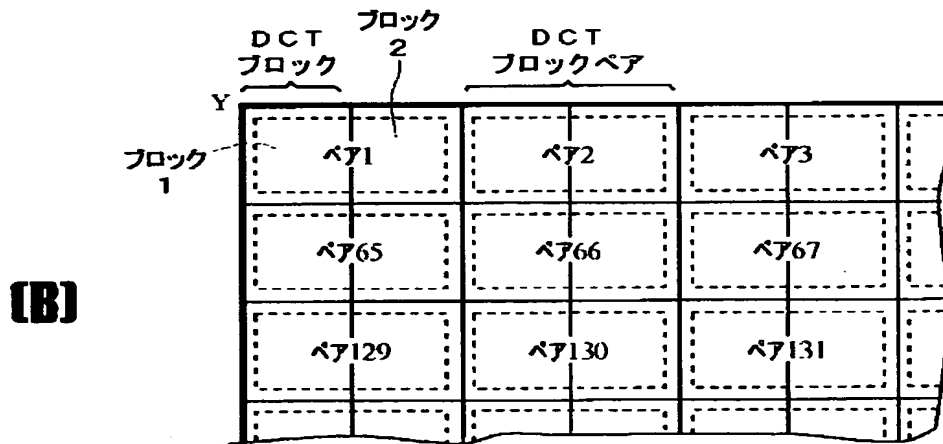
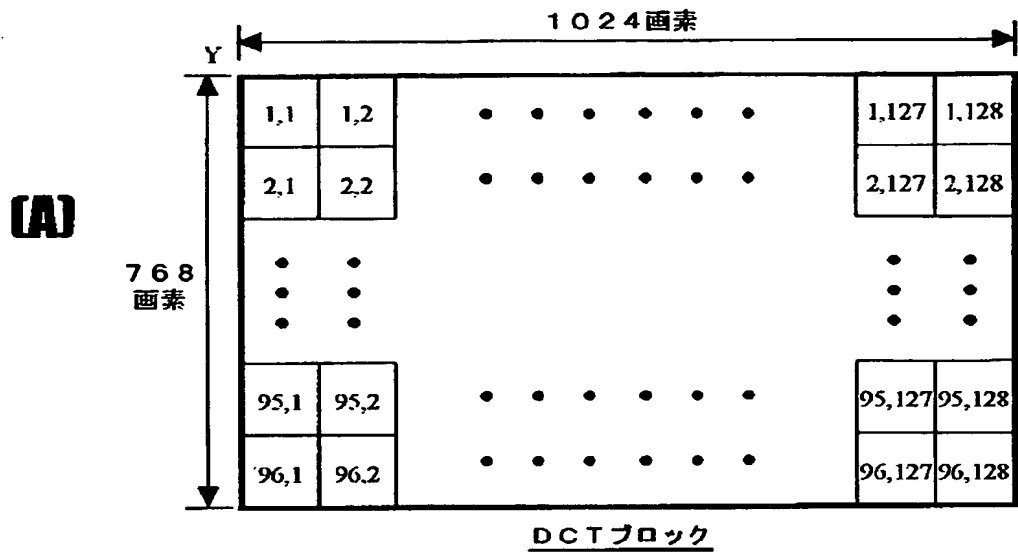
【図 7】



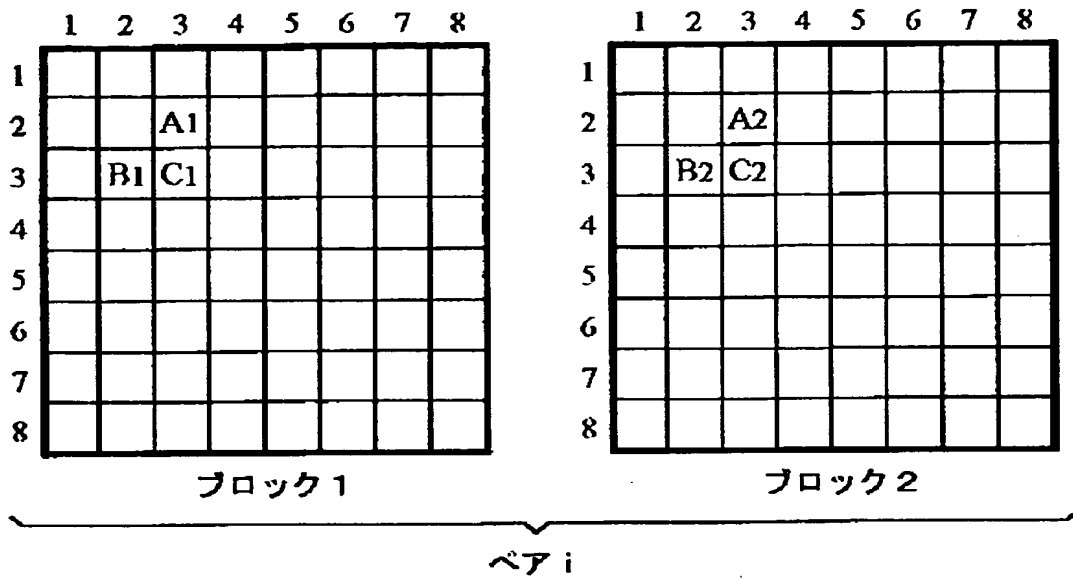
【図 8】



【図 9】



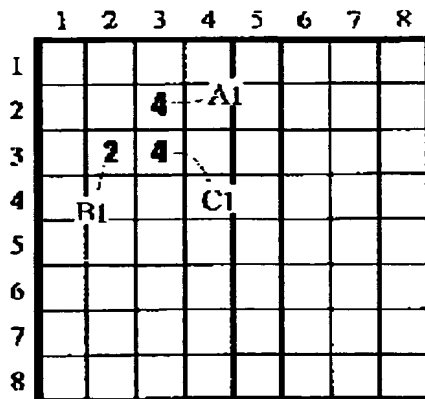
【図 1 0】



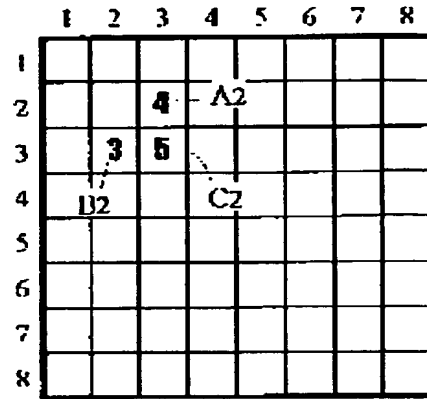
【図 1 1】

ペア i ← ビット "1" を埋込む

(A)



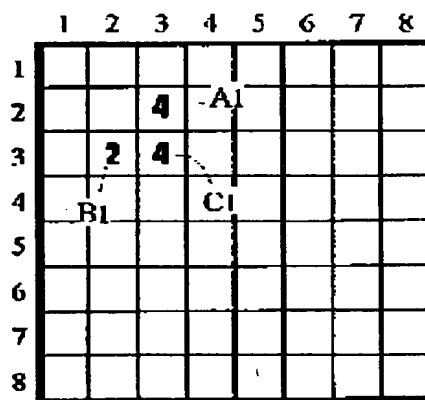
ブロック 1



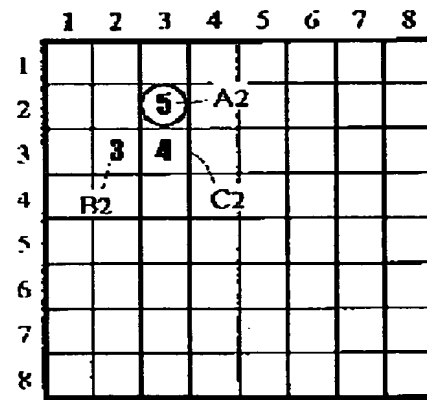
ブロック 2



(B)



ブロック 1



ブロック 2

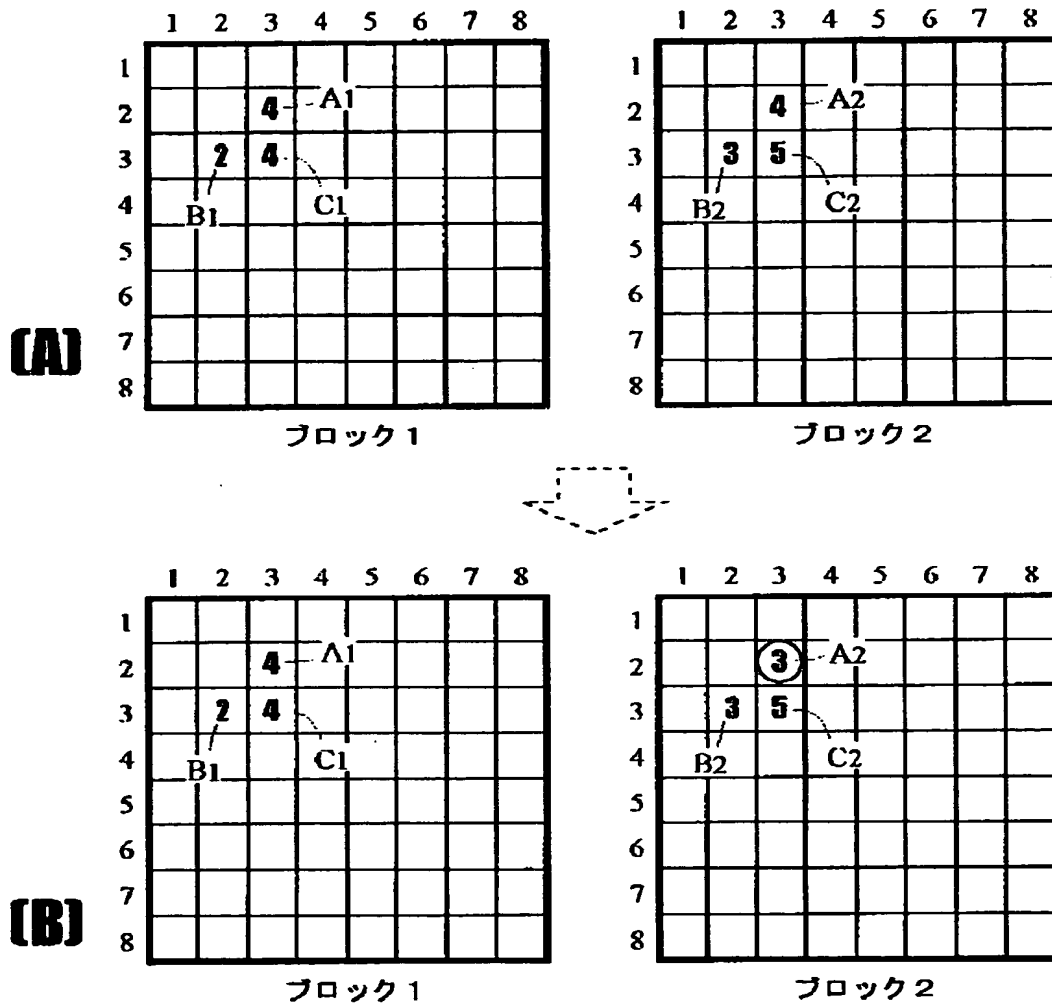
【図 1 2】

ペア i ← ビット "1" を埋込む

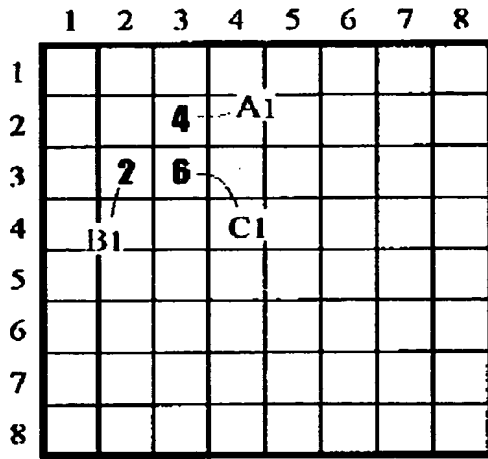
	1	2	3	4	5	6	7	8
1								
2			3	A1				
3		6	5					
4		B1		C1				
5								
6								
7								
8								

	1	2	3	4	5	6	7	8
1								
2			5	A2				
3		3	4					
4		B2		C2				
5								
6								
7								
8								

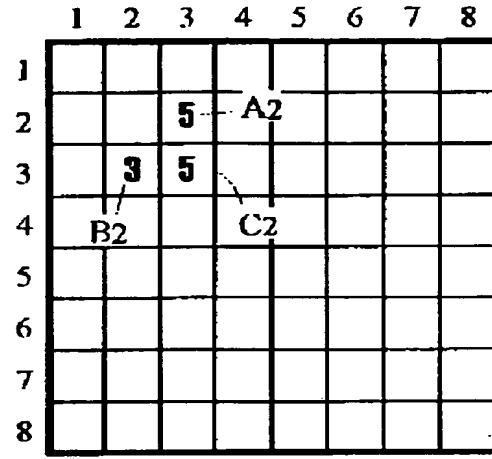
【図 1 3】



【図 1 4】



ブロック 1

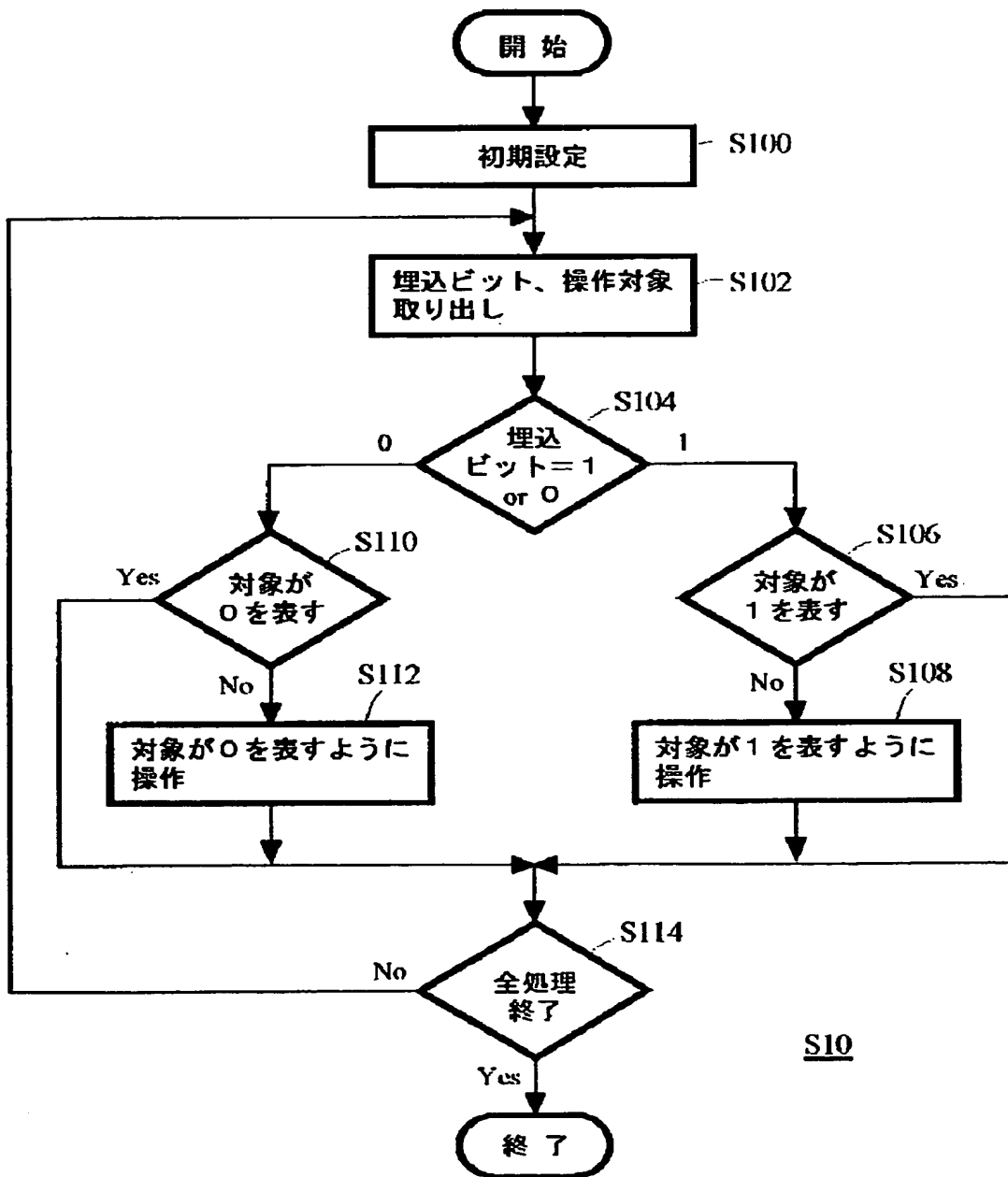


ブロック 2

【図 1 5】

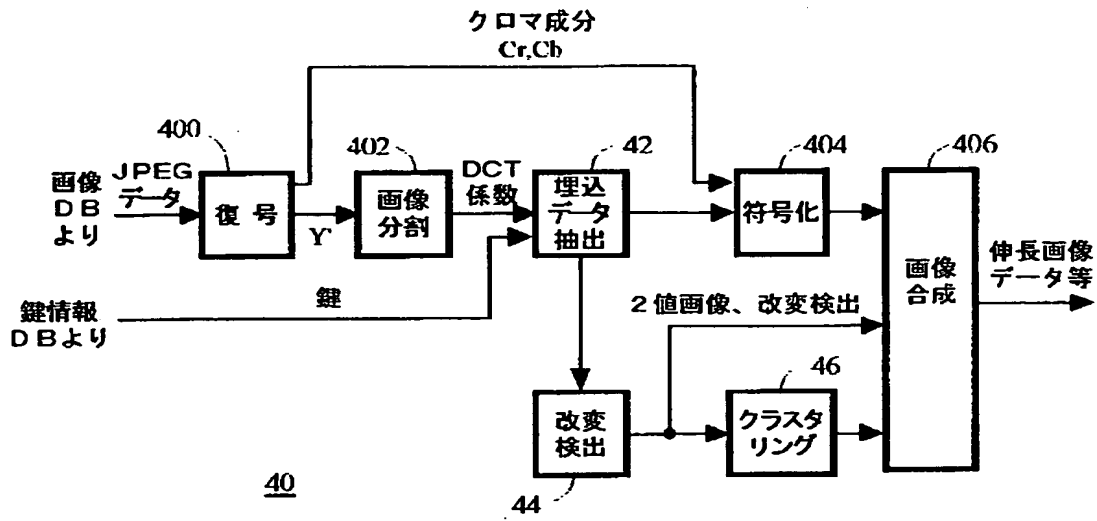
DCTブロック ペア番号	ブロック 1 係数			ブロック 2 係数			埋込データ ビット番号	埋込データ 割当て
	A1	B1	C1	A2	B2	C2	(1~96)	
1	1	5	2	5	6	3	31	1
2	5	8	9	2	5	5	21	0
3	2	10	9	5	1	2	18	1
4	1	11	5	5	3	20	65	0
5	10	2	25	1	3	24	7	1
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
160	5	30	11	6	9	10	7	1
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
6144	51	20	11	3	19	15	34	1

【図 1 6】

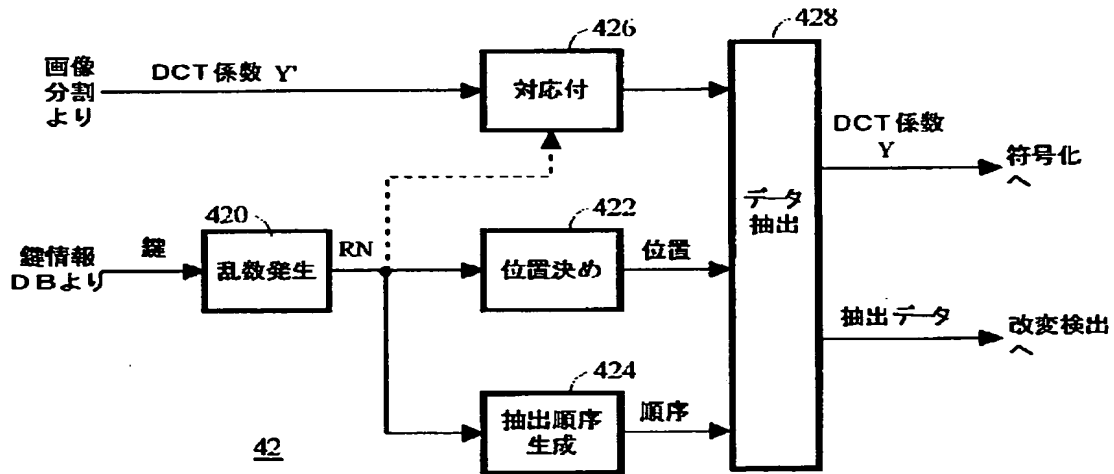


S10

【図 1 7】

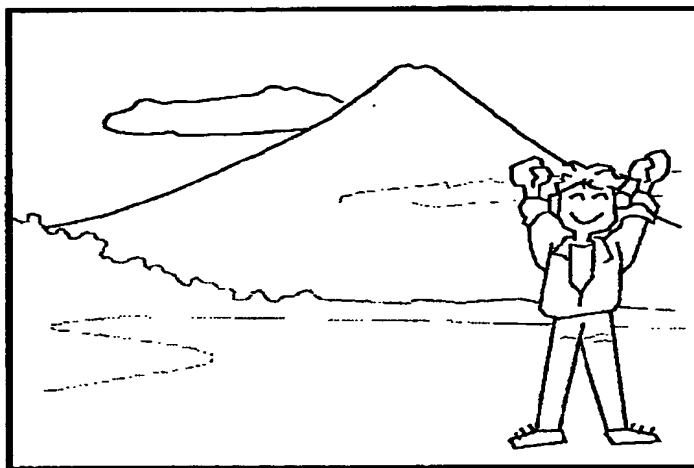


【図 1 8】

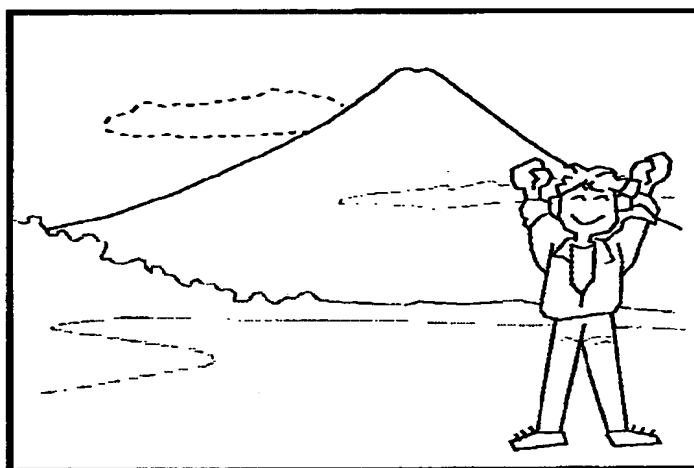


【図 19】

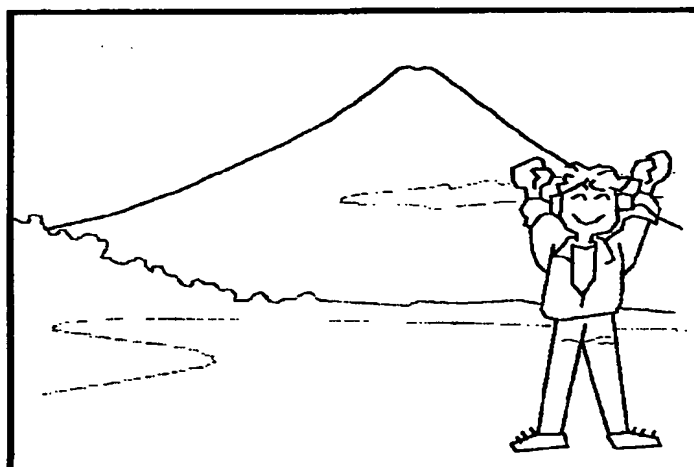
(A)



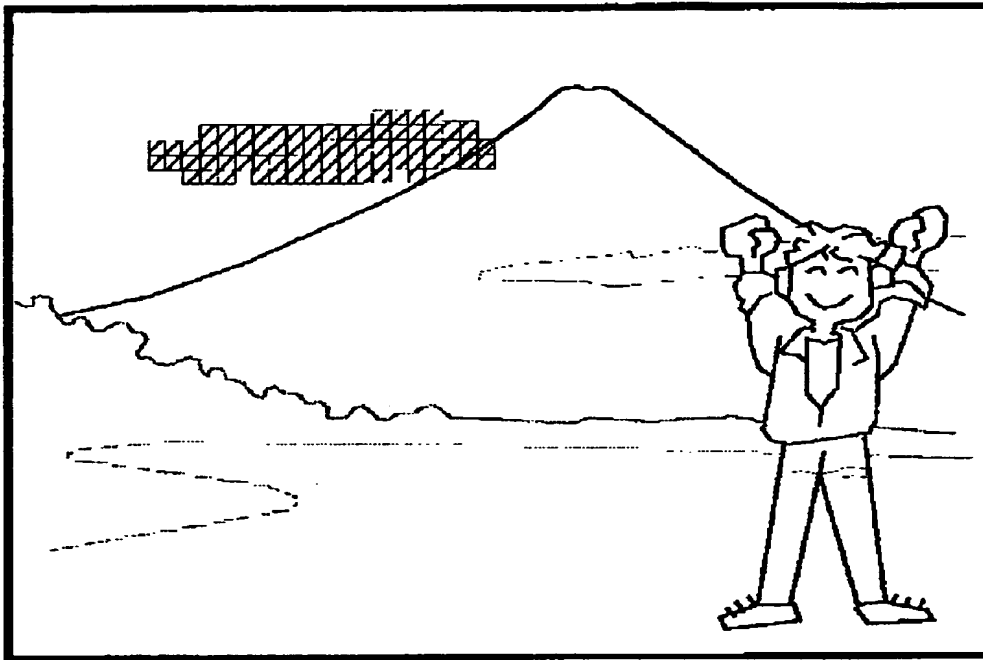
(B)



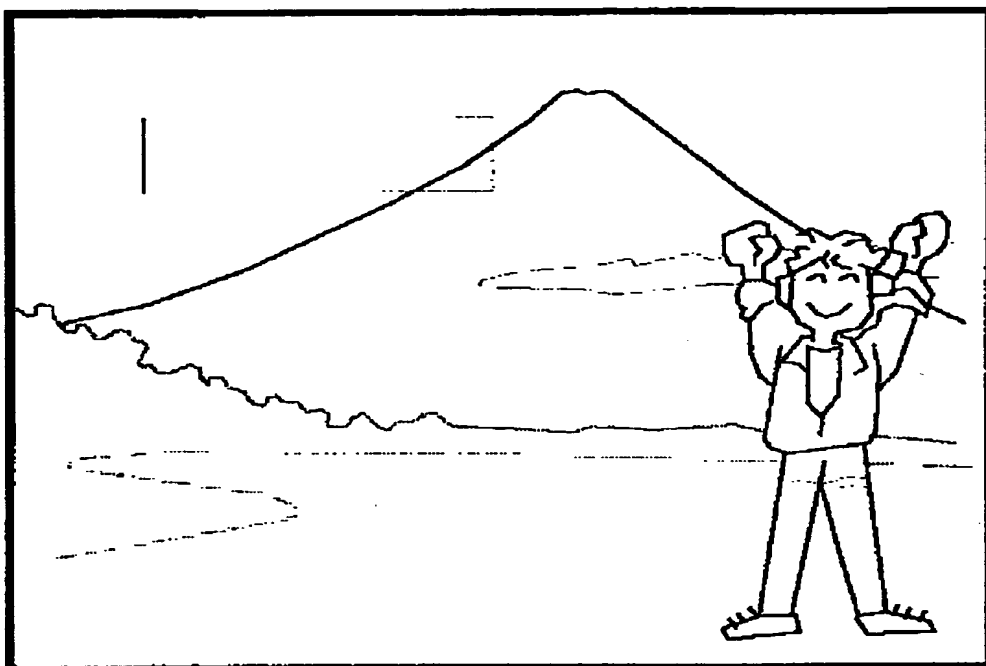
(C)



【図 20】



【図 21】



【図 2 2】

	1	2	3	4	5		96
ベア 1～96	ベア11 1	ベア5 0	ベア31 1	ベア9 1	0	-----	1
ベア 97～192	ベア99 1	ベア126 0	ベア150 1	ベア153 1	0	-----	1
ベア 193～288	1	0	1	1	0	-----	1
ベア 289～384	1	0	1	1	0	-----	1
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮		⋮
ベア 6049～6144	1	0	1	0	0	-----	1
抽出結果	1	0	1	1	0	-----	1

64
回
繰
り
返
し

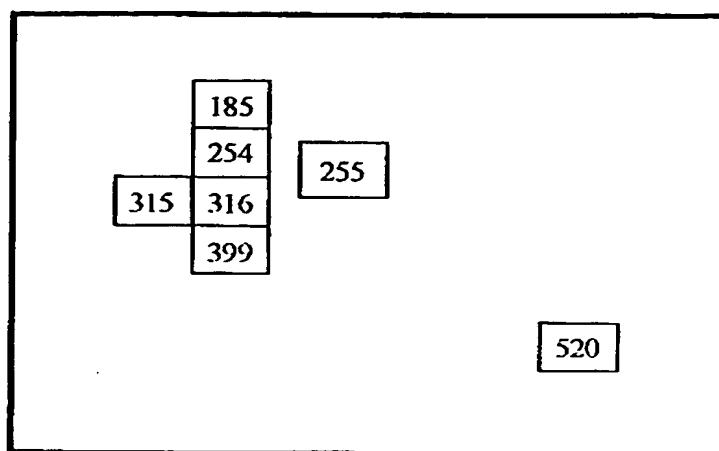
【図 2 3】

検出された埋込データのビット番号

	1	2	3	4	5		96
ペア 1～96	ブロック 11 1 A	ブロック 5 0 B	ブロック 31 1 A	ブロック 9 1 A	0 B	-----	1 A
ペア 97～192	ブロック 99 1 A	ブロック 126 0 B	ブロック 150 1 A	ブロック 153 1 A	0 B	-----	ブロック 185 0 B
ペア 193～288	1 A	0 B	1 A	ブロック 255 0 B	0 B	-----	ブロック 254 0 B
ペア 289～384	1 A	ブロック 315 1 A	1 A	0	ブロック 316 1 A	---	1 A
ペア 385～480	ブロック 399 0 B	ブロック 400 0	1 A	1 A	0 B	-----	1 A
ペア 481～576	1 A	0 B	1 A	1 A	ブロック 520 1 A	-----	1 A
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮		⋮
抽出結果	1	0	1	1	0	-----	1

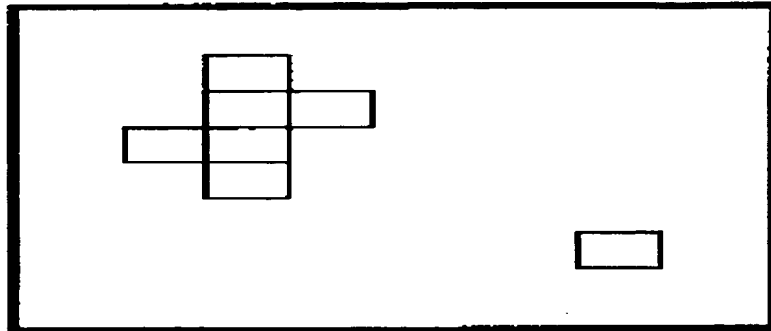
☐ 不整合

【図 2 4】

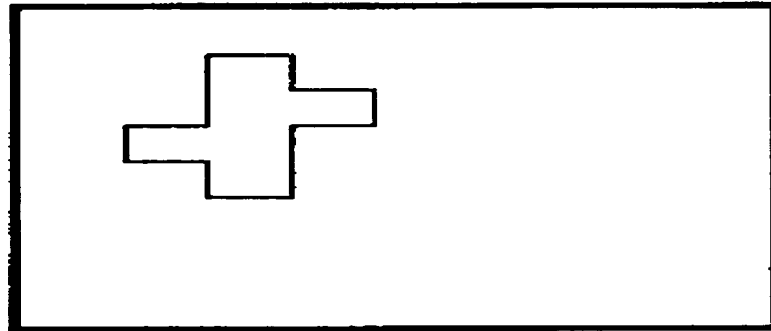


【図 2 5】

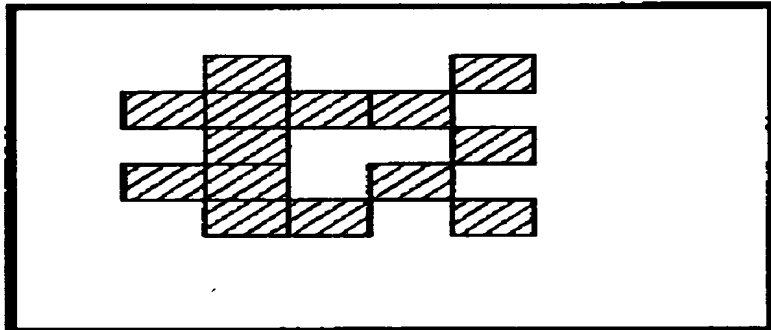
(A)



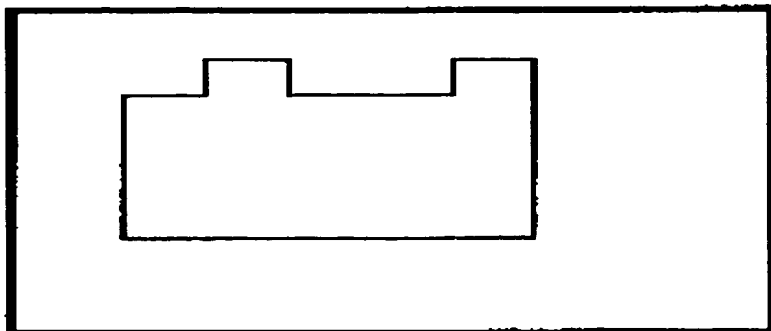
(B)



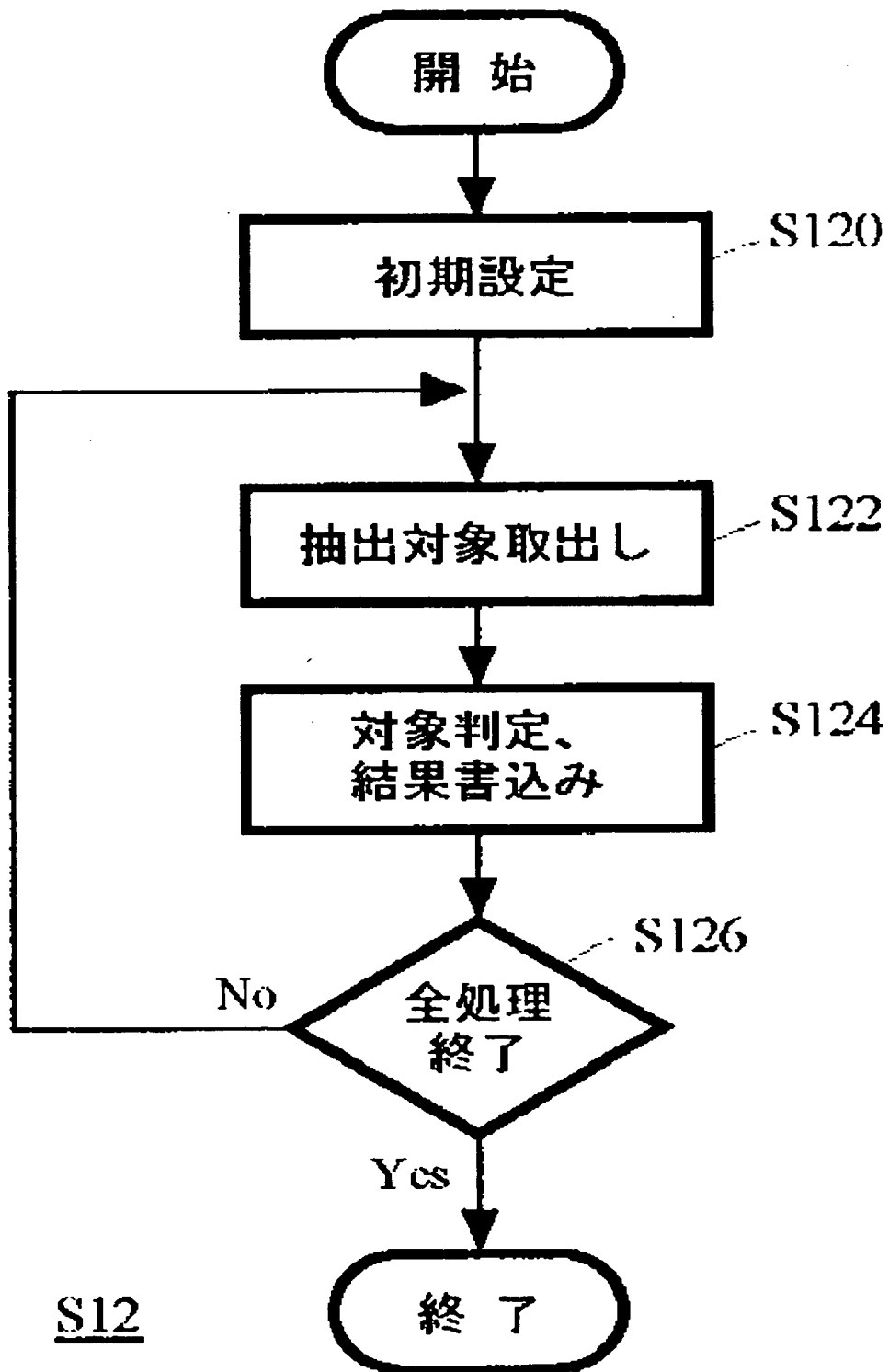
(C)



(D)

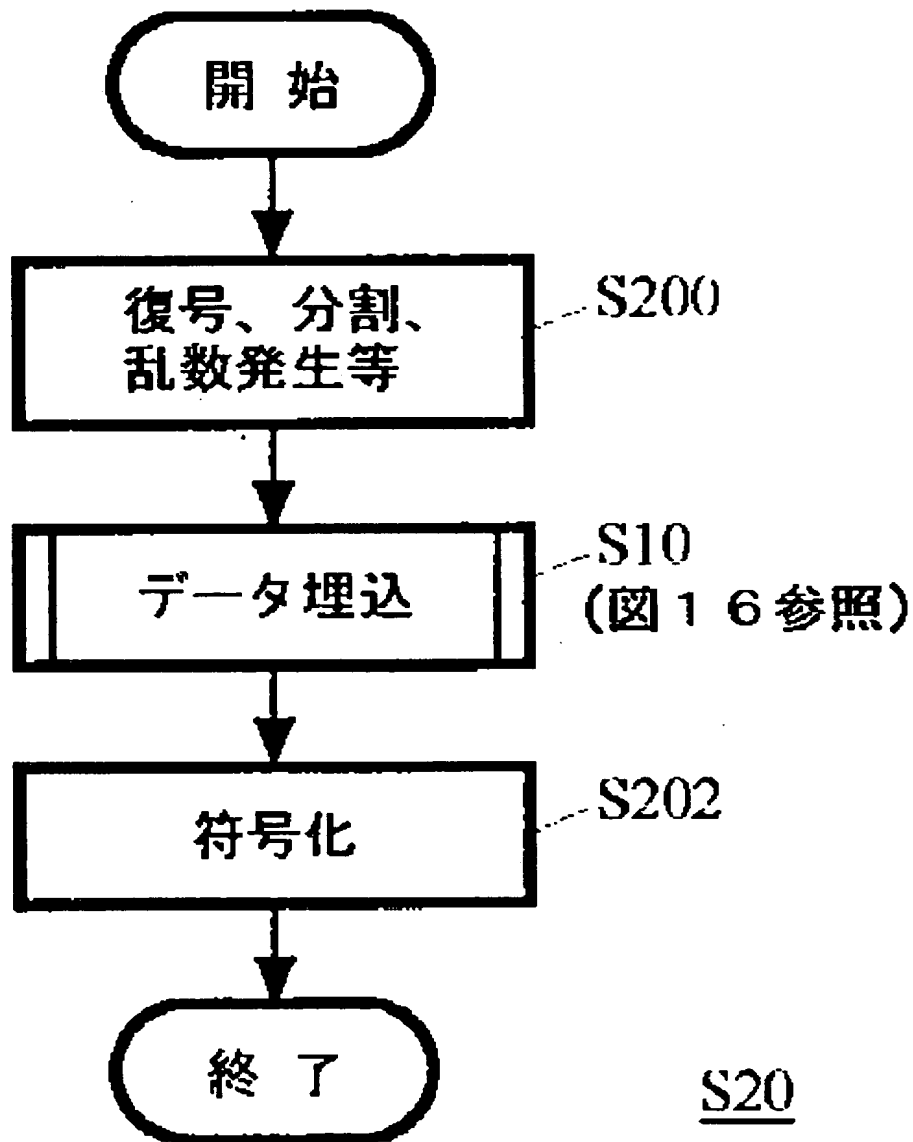


【図 2 6】

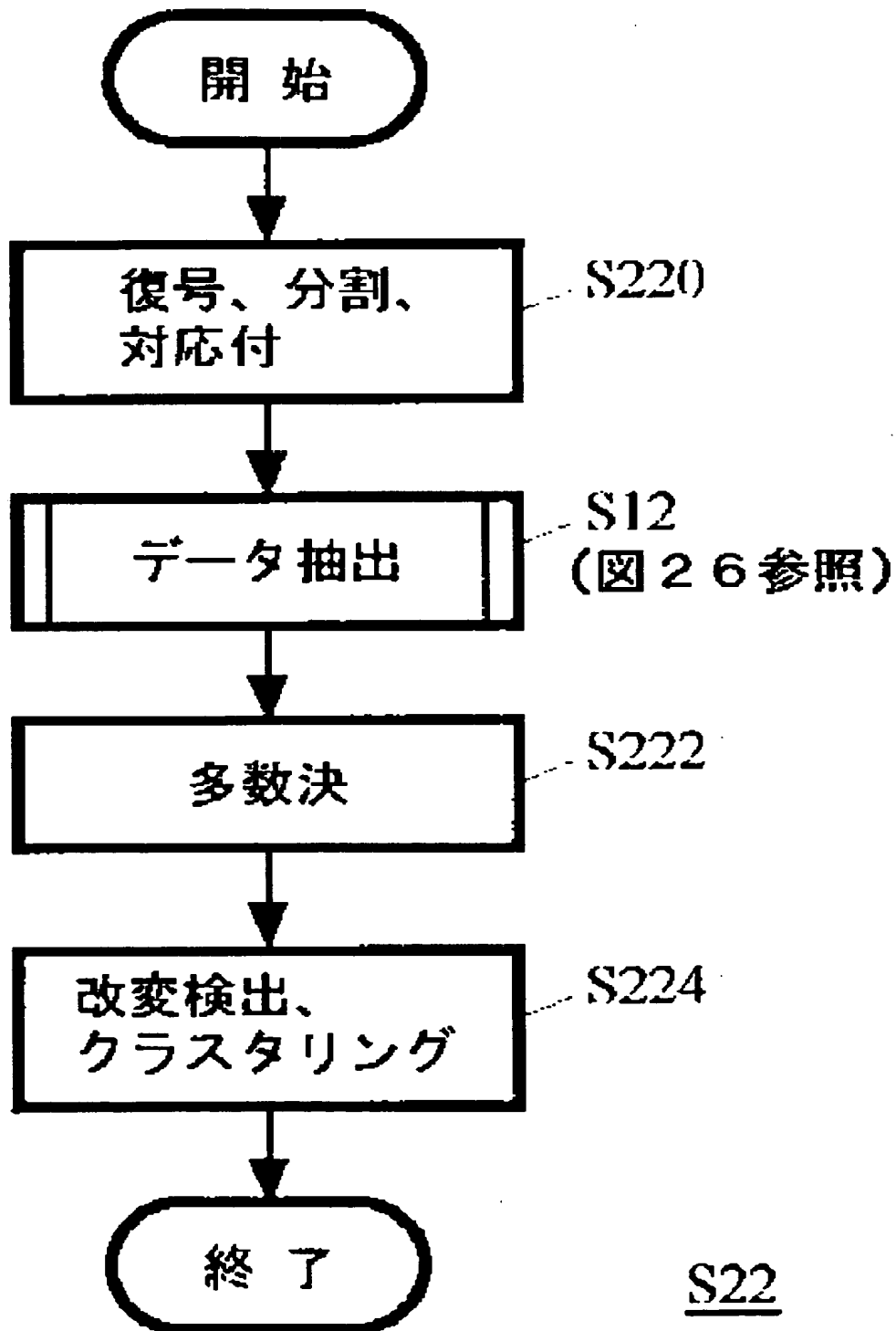


S12

【図 2 7】

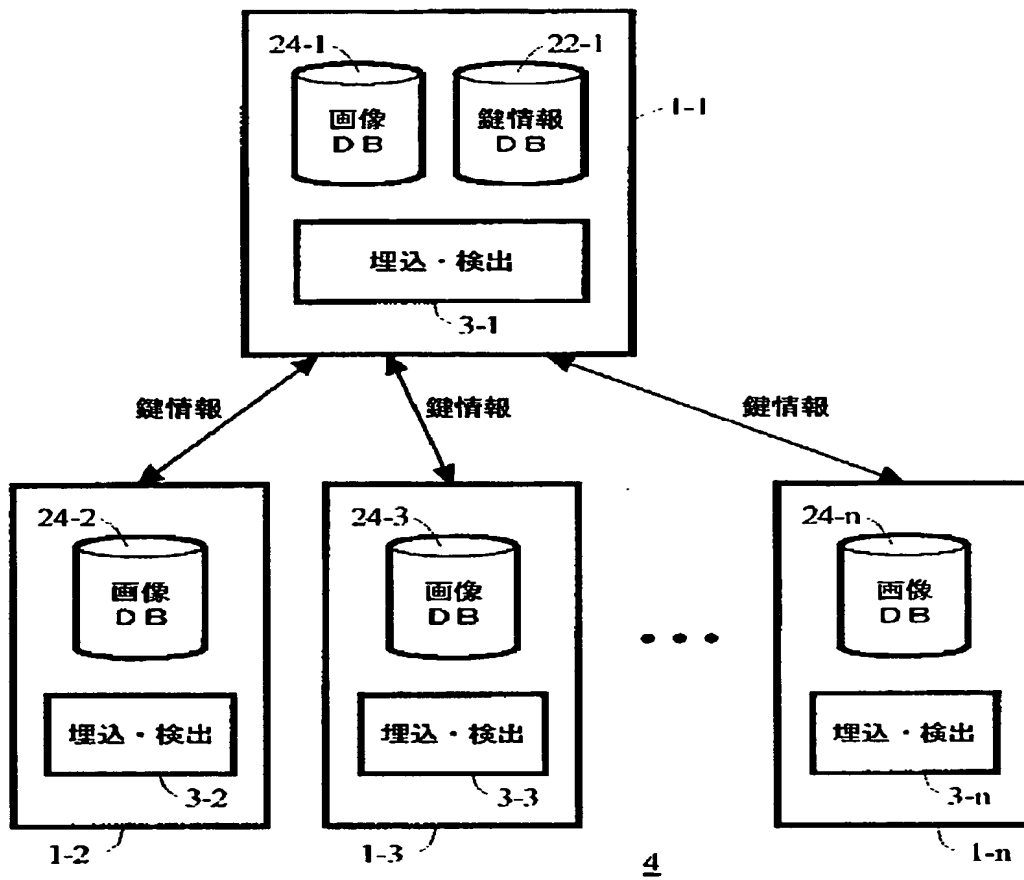


【図 2 8】

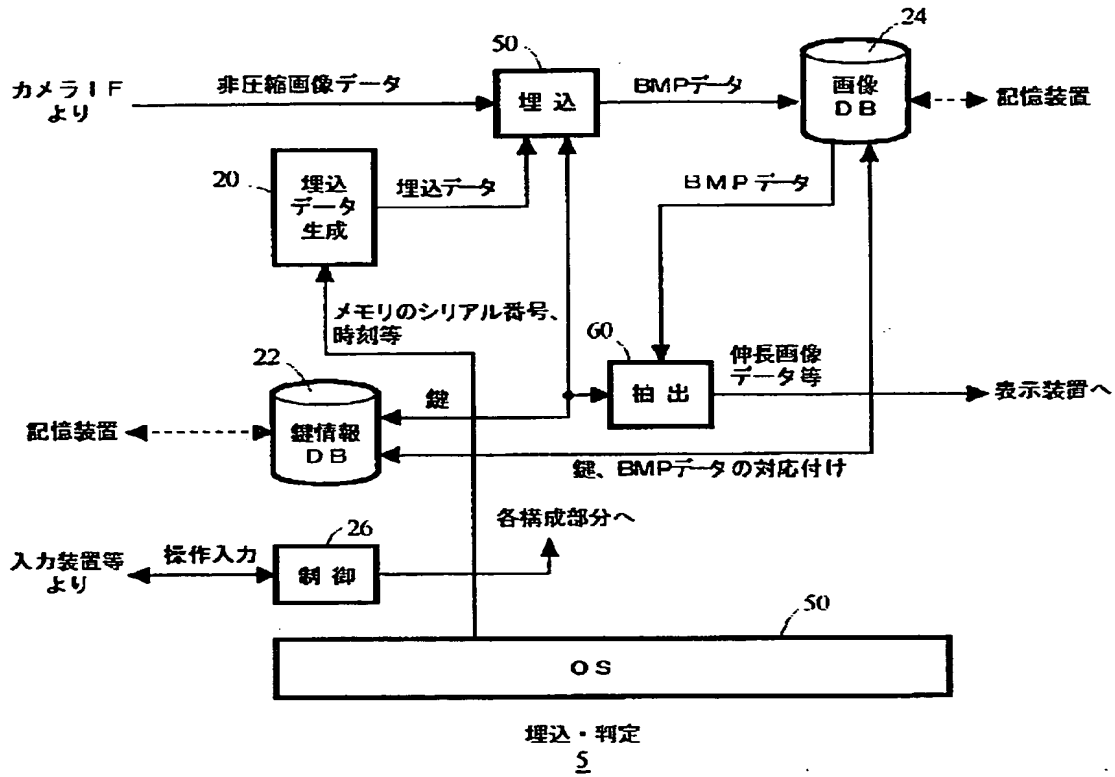


S22

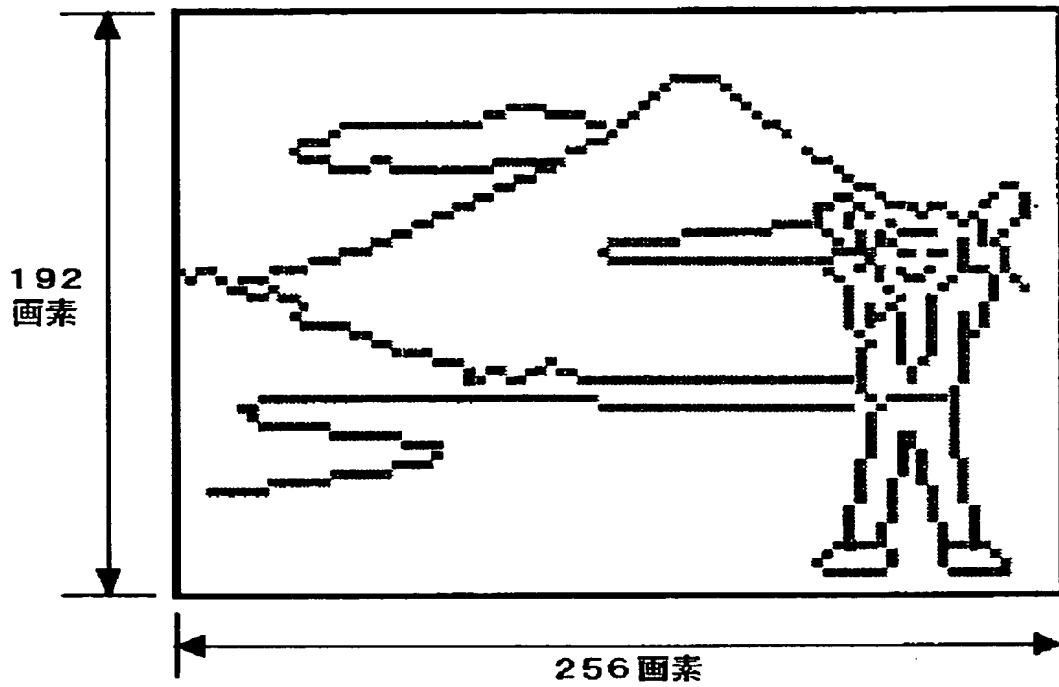
【図 2 9】



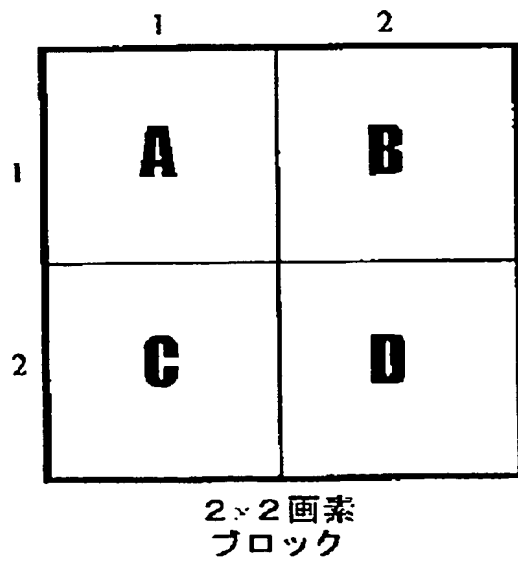
【図 30】



【図 3 1】



【図 3 2】



【図 3 3】

ブロック1	ブロック2	...	ブロック128
ブロック129			
⋮	⋮		⋮
ブロック12161	ブロック12162	...	ブロック12288

【図 3 4】

2×2 画素 ブロック番号	2×2ピクセルブロック のピクセル値				埋込データ ビット番号	埋込データ 割当て
	A	B	C	D	(1～96)	
1	1	5	2	5	31	1
2	5	8	9	2	21	0
3	2	10	9	5	18	1
4	1	11	5	5	65	0
5	10	2	25	1	7	1
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
160	5	30	11	6	7	1
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
12288	51	20	11	3	34	1

【図 3 5】

(A)

	1	2
1	13 A	52 B
2	164 C	0 D



(B)

	1	2
1	12 A	52 B
2	164 C	0 D

【図 3 6】

	1	2
1	166 A	252 B
2	58 C	2 D

【図 3 7】

(A)

	1	2
1	21 A	101 B
2	253 C	0 D



(B)

	1	2
1	21 A	101 B
2	253 C	1 D

【図 3 8】

	1	2
1	11 A	57 B
2	89 C	121 D

【図 3 9】

← 検出された埋込データのビット番号

	1	2	3	4	5		96
ブロック 1～96	ブロック 11 1 _A	ブロック 5 0 _B	ブロック 31 1 _A	ブロック 9 1 _A	0 _B	-----	1 _A
ブロック 97～192	ブロック 99 1 _A	ブロック 126 0 _B	ブロック 150 1 _A	ブロック 153 1 _A	0 _B	-----	ブロック 185 0 _B
ブロック 193～288	1 _A	0 _B	1 _A	ブロック 255 0 _B	0 _B	-----	ブロック 254 0 _B
ブロック 289～384	1 _A	ブロック 315 1 _A	1 _A	0	ブロック 316 1 _A	-----	1 _A
ブロック 385～480	ブロック 399 0 _B	ブロック 400 0	1 _A	1 _A	0 _B	-----	1 _A
ペア 481～576	1 _A	0 _B	1 _A	1 _A	ブロック 520 1 _A	-----	1 _A
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮		⋮
抽出結果	1	0	1	1	0	-----	1

128
回繰り返し

☐ 不整合

【書類名】 要約書

【要約】

【課題】画像に電子透かしを埋め込むことにより、画像のいずれの部分に改変が加えられているかを判定する。

【解決手段】埋込部 3 0 は、画像の輝度成分 Y の D C T ブロックを 2 つずつペアにし、乱数を用いて、各ペアに含まれる D C T ブロックそれぞれから、互いに対応する D C T 係数をランダムに選択し、これらの D C T 係数同士の関係が、所定の規則に従ってデータを表すように操作し、データを埋め込む。この画像に改変が加えられると、改変部分のペアに含まれる D C T 係数が、上記規則に従わなくなり、元のデータと異なる値を表すようになる。抽出部 4 0 は、画像からデータを抽出し、多数決を採って最初に埋め込まれたデータを推定し、推定したデータと異なるデータが抽出されたペアに改変が加えられたと判定し、表示する。

【選択図】 図 2

認定・付加情報

特許出願の番号	平成11年 特許願 第158358号
受付番号	59900532389
書類名	特許願
担当官	第三担当上席 0092
作成日	平成11年 6月10日

<認定情報・付加情報>

【提出日】 平成11年 6月 4日

【特許出願人】

【識別番号】 390009531

【住所又は居所】 アメリカ合衆国10504、ニューヨーク州 アーモンク (番地なし)

【氏名又は名称】 インターナショナル・ビジネス・マシーンズ・コーポレーション

【代理人】 申請人

【識別番号】 100086243

【住所又は居所】 神奈川県大和市下鶴間1623番地14 日本アイ・ビー・エム株式会社 大和事業所内

【氏名又は名称】 坂口 博

【選任した代理人】

【識別番号】 100091568

【住所又は居所】 神奈川県大和市下鶴間1623番地14 日本アイ・ビー・エム株式会社 大和事業所内

【氏名又は名称】 市位 嘉宏

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [390009531]

1. 変更年月日 1990年10月24日

[変更理由] 新規登録

住 所 アメリカ合衆国10504、ニューヨーク州 アーモンク (番地なし)

氏 名 インターナショナル・ビジネス・マシーンズ・コーポレイション